



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Ciências e Letras
Campus de Araraquara - SP
Departamento de Economia

BÁRBARA MODESTO BISSOLI

**DETERMINANTES E INDICADORES DE
ECO-INOVAÇÃO**



Araraquara, 2013

BÁRBARA MODESTO BISSOLI

**DETERMINANTES E INDICADORES DE
ECO-INOVAÇÃO**

Monografia apresentada ao departamento de Economia da Faculdade de Ciências e Letras – UNESP/Araraquara, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Prof. Dra. Stela Luiza de Mattos Ansanelli

Banca examinadora: Prof. Dra. Luciana Togeiro de Almeida

Araraquara – SP

2013

BÁRBARA MODESTO BISSOLI

DETERMINANTES E INDICADORES DE ECO-INOVAÇÃO

Monografia apresentada ao departamento de Economia da Faculdade de Ciências e Letras – UNESP/Araraquara, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientadora: Prof. Dra. Stela Luiza de Mattos Ansanelli

Banca examinadora: Prof. Dra. Luciana Togeiro de Almeida

Data da defesa/entrega: ___/___/___

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Orientadora: Prof. Dra, Stela Luiza de Mattos Ansanelli

Banca examinadora: Prof. Dra. Luciana Togeiro de Almeida

UNESP – Campus de Araraquara

Agradecimentos

Agradeço primeiramente meus pais por acreditarem em mim e estarem sempre ao meu lado.

Agradeço toda minha família por ser minha base e me apoiar nos momentos mais difíceis.

Agradeço aos meus amigos por estarem presentes em todos os momentos importantes da minha vida, sempre oferecendo conforto e ajuda.

Agradeço a minha orientadora Stela pelo incentivo, atenção e todas as ideias.

Resumo

Este trabalho se propôs a reunir os determinantes e indicadores de inovação ambiental por meio de uma revisão bibliográfica sobre o tema. Porém antes foi feita uma exposição de conceitos e tipologia de eco-inovação, com diferentes pontos de vista. O determinante mais encontrado pela maioria dos autores foi a regulação, seguido de fatores de mercado, reduções de custo e imagem da empresa. Para evidenciar esses determinantes foram apresentados alguns estudos de caso, inclusive com evidências para o Brasil. Em razão da pequena bibliografia e estudos de caso, são poucos os indicadores de inovação ambiental encontrados, destacando-se o investimento em P&D ambiental e as patentes.

Palavras-chave: inovação ambiental; determinantes; indicadores.

ABSTRACT

This study aimed to gather the determinants and indicators of environmental innovations through a literature review on the topic. But before it was made a presentation of concepts and typology of eco-innovation, with different points of view. The determinant more found by most authors was regulation, followed by market factors, cost reductions and company image. To highlight these determinants were presented some cases studies, including evidence in Brazil. Due to the short bibliography and case studies, there are few indicators of environmental innovation found, highlighting the investment in environmental R&D and patents.

Keywords: environmental innovation; determinants; indicators.

Lista de Quadros

QUADRO 1 – Resumo dos conceitos de eco-inovação

QUADRO 2 – Resumo das tecnologias ambientais

QUADRO 3 - Instrumentos de política ambiental e tipos de respostas tecnológicas

QUADRO 4 - Instrumentos de política ambiental e tipos de firmas respondendo

QUADRO 5 – Determinantes da inovação ambiental

QUADRO 6 - Resumo dos determinantes de inovação ambiental para cada autor

QUADRO 7 - Categorias de Análise da Inovação Ambiental

QUADRO 8 - Resumo dos principais indicadores de inovação ambiental

Lista de Gráficos

GRÁFICO 1 - Principais fatores para a adoção de procedimentos de gestão ambiental.
Proporção das empresas que adotaram algum procedimento (%)

Lista de Tabelas

TABELA 1: Comportamento das empresas em relação às variáveis consideradas como indicadores de inovação ambiental para melhorar a competitividade, segundo faixa de receita líquida (1996)

Sumário

1 ECO-INOVAÇÃO.....	12
1.1 CONCEITO DE ECO-INOVAÇÃO:	12
1.2 TIPOS DE INOVAÇÃO AMBIENTAL	15
1.3 TECNOLOGIA AMBIENTAL	18
1.4 QUADRO RESUMO	22
2 DETERMINANTES DE ECO-INOVAÇÃO.....	23
2.1 O PAPEL DA POLÍTICA AMBIENTAL	24
2.1.1 INSTRUMENTOS DE POLÍTICA AMBIENTAL E INOVAÇÃO AMBIENTAL.....	26
2.2 OUTROS DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL	31
2.3 QUADRO RESUMO	35
2.4 ESTUDOS DE CASO.....	36
2.4.1 EVIDÊNCIAS NO BRASIL.....	37
3 INDICADORES DE ECO-INOVAÇÃO	41
3.1 INDICADORES GERAIS DE INOVAÇÃO	41
3.2 INDICADORES DE ECO-INOVAÇÃO.....	44
3.3 QUADRO RESUMO	47
3.4 EVIDÊNCIAS PARA O BRASIL.....	48
CONCLUSÃO	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	53

Introdução

Inovação e questões ambientais estão frequentemente em pauta quando se fala de desenvolvimento econômico dos países, uma vez que a possibilidade de alcançar, simultaneamente, vantagens competitivas e redução dos impactos ambientais é atualmente a mais desejada. Porém, a discussão a respeito dos fatores determinantes da inovação ambiental (IA)¹ não é consensual e a forma de medição dessas inovações, por meio de indicadores de IA, é incipiente. Assim, é necessário voltar-se aos aspectos da inovação tecnológica de forma geral para, a partir daí, inserir a discussão a respeito das IA.

Segundo IBGE (2007), inovação pode ser definida como a implementação de produtos ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados. Do ponto de vista da reflexão teórica, a abordagem neoschumpeteriana sustenta a discussão que trata das mudanças tecnológicas. Segundo essa corrente, as firmas tomam decisões visando se apropriar dos lucros e interagem com um ambiente caracterizado por incerteza e não-disponibilidade tecnológica. Nesse sentido, as firmas tendem a efetuar um processo de busca inovativa por meio de procedimentos de “rotinas” que definem o que e como fazer as coisas, constituindo portanto, uma forma de armazenamento do conhecimento, com caráter tácito e específico (NELSON & WINTER, 1982; DOSI, 1982).

Especialmente para o avanço dos países em desenvolvimento, é fundamental a discussão quanto aos fatores determinantes da inovação tecnológica, uma vez que as atividades tecnológicas e de inovação tem se concentrado nos países industrializados. Segundo Kumar (1997), evidências mostram que, a partir de dados sobre gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), patentes, receitas de *royalties*, entre outros, o mercado internacional de tecnologia está dominado por um grupo de países industrializados e que a atividade tecnológica desses países está concentrada em um grupo de corporações.

Nesse aspecto, a emergência de uma reestruturação produtiva na direção de padrões tecnológicos mais eficientes do ponto de vista ambiental também abre perspectivas para o crescimento da produção industrial e, ao mesmo tempo, para o aumento da preservação ambiental (LUSTOSA, 2002).

¹ Durante todo o trabalho inovação ambiental e eco-inovação serão tratados como sinônimos.

Inovações ambientais derivam da abordagem teórica da inovação tradicional e podem ser definidas como novos ou modificados processos, técnicas, sistemas e produtos que evitam ou reduzem danos ambientais e podem se tratar de inovações técnicas ou organizacionais. As tecnologias ambientais podem ser classificadas em duas amplas categorias de acordo com sua motivação e propósito de aplicação: tecnologias de fim de linha (*end-of-pipe*), associadas à remediação e gestão da poluição; e tecnologias limpas (*clean technologies*), de caráter preventivo, mais avançadas e que reduzem a produção de emissões (KEMP & ARUNDEL, 1998).

Autores como Lustosa, Porter e Van der Linde defendem que as inovações ambientais proporcionam vantagens competitivas, por causa dos efeitos de economia de custos gerados indiretamente pelas inovações (economia de energia e materiais, por exemplo) e de maior inserção internacional, pois empresas estrangeiras ou exportadoras são as mais preocupadas com o meio ambiente e, portanto, mais inovadoras do ponto de vista ambiental.

Apesar da mesma natureza, o processo de inovação ambiental, segundo Kemp e Soete (1990), se diferencia da inovação tecnológica tradicional. As principais especificidades do processo de inovação ambiental referem-se aos fatores determinantes e difusores. Compreender os determinantes das eco-inovações é crucial para que se identifique de que forma estas podem ser estimuladas a partir de ações em cada um dos fatores que as influenciam. A regulação ambiental é colocada como impulsionadora da utilização e posterior geração de tecnologias ambientais por meio da pressão exercida sobre o setor produtivo. As exigências ambientais influenciam na tomada de decisão da firma ao reduzir a incerteza sobre investimentos ambientais, ajudar na compreensão e incorporação da questão ambiental, criar pressão motivando o progresso tecnológico e sinalizar as companhias sobre potenciais ineficiências de recursos e melhoramentos tecnológicos.

Recentemente o questionamento a cerca de outros determinantes de inovação ambiental é feito por autores como Andersen (2005), que enfatiza que os sistemas de inovação facilitam a interação entre os agentes na geração do conhecimento e na transferência de informações, e Lustosa (2011), que destaca fatores internos à firma, como competências tecnológicas e capacitações, e externos à firma, como o paradigma tecnológico, sistemas de inovação, o contexto macro e o grau de competição no mercado. Queiroz (2011) considera que as inovações ambientais não podem ser consideradas como resposta direta à regulação

ambiental em todos os setores, pois depende da característica da indústria e da capacidade de resposta de cada firma.

A discussão sobre indicadores de inovação ambiental é ainda menos padronizada. Kemp & Arundel (1998) sugerem indicadores únicos de inovação ambiental, mas ajustados e similares aos do manual de Oslo. Os principais indicadores, para os autores, seriam: tipos de tecnologias ambientais; motivações da inovação ambiental; gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D); fontes e custos da informação; apoio do governo; política da empresa e sistemas de gestão ambiental utilizados; relações de cooperação e local de inovação. Já 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. Por fim, a análise ampla da questão organizacional, para o autor, deve incluir empreendimentos ambientais, instituições de conhecimento, estrutura institucional e política e o setor financeiro.

Dessa forma, mesmo contando com uma base teórica consolidada sobre inovação tecnológica e seus indicadores, inexistem estudos que sistematizem ou padronizem os determinantes e os indicadores de inovação ambiental de modo complementar à análise da inovação tecnológica normal.

Portanto o presente trabalho tem como objetivo discutir os determinantes e indicadores de inovação ambiental por meio de uma revisão bibliográfica, apresentando também estudos de caso brasileiros. Serão apresentados três capítulos, sendo que o primeiro contará com definições sobre o tema do ponto de vista de vários autores e mostrará a tipologia a cerca da eco-inovação; o segundo abrirá o debate sobre os determinantes de inovação ambiental ressaltando o papel da regulação ambiental e apresentando outros determinantes e estudos de caso; e o terceiro apontará os indicadores tradicionais de inovação em geral e depois os de inovação ambiental.

1 Eco-inovação

Antes de iniciar a revisão bibliográfica e sua síntese a cerca dos indicadores e determinantes de inovação ambiental (ou eco-inovação), faz-se necessário expor algumas definições e tipologia sobre o tema. Portanto será colocado um breve contexto sobre inovação e em seguida, explorado a definição de inovação ambiental bem como suas classificações e o termo tecnologia ambiental.

1.1 Conceito de eco-inovação:

O termo inovação foi inicialmente discutido por Schumpeter (1982), onde é caracterizado por um conjunto de novas funções evolutivas que alteram os métodos de produção criando novas formas de organização do trabalho bem como a introdução de um novo produto que possibilita a abertura de novos mercados mediante a criação de novos usos e consumo, ou seja, é uma novidade tanto para a organização como para o ambiente em que está inserida. Ainda segundo o autor, a incorporação de inovações pode acarretar em mudança tanto no ritmo de crescimento econômico quanto na estrutura produtiva.

Como será feito durante todo trabalho, é importante colocar opiniões de vários autores sobre determinado tema para que se tenha uma visão mais abrangente sobre o conceito trabalhado. Assim, Dosi (1988) caracterizou a inovação como sendo um processo de busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, processos e novas técnicas organizacionais. Já de acordo com o Manual de Oslo (OECD, 2005) tem-se a distinção entre inovações de produto e processo. A primeira envolve mudanças significativas nas potencialidades de produtos e serviços, incluindo-se bens e serviços totalmente novos e aperfeiçoamentos importantes para os produtos já existentes. Ao contrário da primeira, inovação de processo representa a mudança que ocorre no método de produção e de distribuição do produto.

A busca das firmas por inovações, quase sempre, se traduz na expectativa de melhorar sua posição competitiva, de obter mais lucro, ou de pelo menos manter sua fatia de mercado. Várias estratégias são traçadas para ampliar a capacidade inovativa de uma firma, acredita-se que o aprendizado acumulado que pode ser aprimorado por meio de P&D,

learning-by-doing e learning-by-using é o principal fator que contribui para a capacidade da firma inovar, revelando a direção que a firma evolui. (OECD)

No entanto, conforme Lustosa (2002) a evolução tecnológica, apesar dos grandes benefícios que traz, também pode gerar externalidades negativas, como problemas ambientais. Após décadas de debate, percebe-se que não é o crescimento que chegou ao seu limite, mas o padrão tecnológico até então adotado pelos países industrializados. Ou seja, o crescimento econômico baseado num padrão tecnológico intensivo no uso de matérias-primas e energia, pode esbarrar nos limites da finitude dos recursos ambientais, seja pela exaustão ou pela perda de qualidade. A mudança do padrão tecnológico atual na direção de padrões tecnológicos que degradem menos o meio ambiente é condição necessária para que o crescimento econômico possa ser contínuo, que juntamente com uma distribuição mais igualitária dos benefícios desse crescimento, caminha na direção do desenvolvimento sustentável. É nesse sentido que o crescimento econômico pode ser possível para todos os países, mas com tecnologias mais limpas e eficientes no uso dos recursos naturais.

É nesse contexto que inserimos o tema central do trabalho, eco-inovações. Por se tratar de um conceito relativamente novo, ainda não existe uma definição exata do que seja Inovação Ambiental ou Eco-Inovação. Em razão disto, a seguir serão expostas diversas opiniões sobre o referido conceito.

O autor René Kemp é um dos principais que tratam sobre o tema de eco-inovação. Em 2000, junto com Smith e Becher, afirmaram que Inovação ambiental consiste em processos novos ou modificados, técnicas, sistemas de práticas e produtos para evitar ou reduzir os danos ambientais. Os autores colocam ainda que uma definição mais ampla de inovação ambiental inclui todas as medidas que conservam energia e materiais, e minimizam a carga ambiental, independente se eles são introduzidos por razões de proteção ambiental. Em uma bibliografia mais recente, Kemp e Foxon (2007), definem Eco-Inovação como a produção, aplicação ou exploração de um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional ou de gestão, ou método de negócio que é novo para a empresa ou usuário e que resulta, ao longo do seu ciclo de vida, uma redução do risco ambiental, poluição e impactos negativos nos recursos usados (incluindo o uso de energia) comparado as alternativas relevantes.

Vanessa Oltra (2008), a partir da definição acima, afirma que inovações ambientais correspondem a um conjunto muito heterogêneo de inovações, uma vez que cada processo ou produto que é mais eficiente nos recursos e/ou menos poluente é uma inovação ambiental. Além disso, o grau de novidade é considerado em seu nível mínimo, que está no nível da empresa. Consequentemente, esta definição abrange todas as inovações que permitem uma empresa diminuir, progressivamente ou drasticamente, seus impactos ambientais negativos através de novos produtos, processos, serviços ou métodos. A IA, portanto, resulta de um processo dinâmico e interativo entre instituições, tecnologia e indústria, refletindo um caráter sistêmico e setorial. As políticas (de inovação e ambiental) influenciam o regime tecnológico, mas elas são influenciadas pelo regime tecnológico (OLTRA, 2008; OLTRA, JEAN, 2009)

O conceito de Inovação Ambiental é também publicado nas várias edições dos livros da Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OECD). Neles a Eco-Inovação é colocada como um conceito alusivo sem possibilidade de obter uma definição robusta, havendo uma variedade de definições entre os países membros da OECD. No relatório de 2009, conceitua-se Inovação Ambiental como a criação ou implementação de novos, ou significativamente melhorados, produtos(bens e serviços), processos, métodos de marketing, estrutura organizacional e arranjos institucionais que –com, ou sem intenção– levam a melhorias ambientais em comparação com alternativas relevantes. Já na versão de 2011, a OECD identifica Inovação Ambiental como formas de inovação, seja de produtos, processos, serviços, modo de gestão com impacto favorável sobre o meio ambiente. Desta forma para a OECD (2011), depois das análises de estudos de casos, as inovações ambientais podem originar-se fora do domínio ambiental e não necessariamente envolverem novos conhecimentos e novas tecnologias. O impacto favorável sobre o meio ambiente, que é identificado nas eco-inovações, não é tão simples como parece, uma vez que um produto, mesmo sendo amigável ambientalmente, pode vir a gerar efeitos rebotes e assim criar um problema ambiental. Portanto, a comissão europeia define eco-inovação como toda forma de inovação que reduz os impactos ambientais e/ou otimizam o uso de todos os recursos relacionados as atividades de seu ciclo de vida. A maioria dos países da OCDE considera eco-inovação um elemento importante de respostas aos desafios contemporâneos. Além disso, muitos países e firmas vêem eco-inovação como uma fonte potencial de vantagem competitiva em ambientes que crescem rápido como a indústria de bens e serviços. Eco-inovação pode ser

associada a vários conceitos, tais como eco-eficiência, produção mais limpa e eco-design, logo é vista como o principal motor do crescimento verde. (OECD, 2011).

Em suma, a eco-inovação é caracterizada pela ecologização do ciclo de inovação, que foca no desenvolvimento de inovações, estruturas organizacionais, instituições e práticas adequadas à redução das emissões de carbono e de impactos ambientais. Esse processo é mais do que a substituição para tecnologias de baixo carbono, e sim a evidência de novas aprendizagens envolvendo a criação de novos conhecimentos, valores, busca de regras e capacidades, assim como a destruição criativa de antigas práticas e capacidades. (FOXON; ANDERSEN, 2009)

1.2 Tipos de Inovação Ambiental

Assim como existem várias definições sobre eco-inovação, sua tipologia também varia de autor para autor. Cada autor entende os tipos de um jeito, de modo que classificaremos de acordo com semelhanças e diferenças entre eles.

Para Rennings (1998), as eco-inovações podem ser desenvolvidas por empresas ou organizações sem fins lucrativos, podem ser transacionadas em mercados ou não, sendo assim o autor considera que há quatro tipos diferentes: tecnológica, organizacional, social e institucional. O primeiro tipo, eco-inovação tecnológica, pode ser sub-dividido em tecnologias curativas (aquelas que reparam os danos, por exemplo, solo contaminado) e preventivas (aquelas que tentam evitar os danos ambientais). As tecnologias preventivas incluem tecnologias integradas (ou limpas, abordam diretamente a causa das emissões durante o processo de produção ou no nível do produto, ou seja, são todas as medidas que conduzem a uma redução nos materiais utilizados, entradas de energia e as emissões tanto durante a produção como no consumo) e aditivas (ou *end-of-pipe*, que exibem medidas como métodos de eliminação e tecnologias de reciclagem que ocorrem após a produção efetiva e do processo de consumo).

O segundo tipo de eco-inovação, as organizacionais, são instrumentos de gestão ao nível da empresa como eco-auditorias que são, obviamente, de importância crescente para a inovação, e também inovações em serviços (como na demanda de energia e no transporte de resíduos), para isso é necessário uma nova infra-estrutura e alterações no sistema que vão além

das mudanças de uma determinada tecnologia). Eco-inovações sociais, o terceiro tipo, são mudanças no estilo de vida e no comportamento do consumidor voltadas para a sustentabilidade, elas podem ir junto com melhores tecnologias, serviços e infra-estrutura. Por fim, as eco-inovações institucionais são vistas muitas vezes como o fundamento básico para uma política de sustentabilidade, como exemplo pode-se citar ações coletivas das famílias sobre padrões sustentáveis de consumo, e de acordo com Freeman (1992) os arranjos institucionais devem ser acompanhados por uma reorientação mundial no sistema de P&D. Rennings (1998) ainda coloca que as distinções entre os diferentes tipos por ele abordado não podem ser muito acentuadas, uma vez que eles co-evoluem e as ações dependem de combinações, tais como avanços nos conhecimentos científicos, reformas políticas, sociais e mudanças institucionais.

Andersen (2005) afirma que é preciso uma taxonomia operacional que envolva os principais tipos de eco-inovações refletindo seus diferentes papéis em um mercado ecológico, para isso ele sugere cinco diferentes categorias de eco-inovações. A primeira delas é a chamada *add on*, que são tecnologias de manipulação de recursos e serviços em relação a poluição, ou seja, são produtos, artefatos ou serviços que melhoram o desempenho ambiental do consumidor. Geralmente são desenvolvidas pelo setor ambiental e tem efeito sistemático limitado uma vez que são adicionadas em práticas de produção e consumo já existentes, sem uma influência significativa sobre eles, porém se fossem aplicadas mais radicalmente, teriam efeitos sistêmicos mais amplos, que são impedidos devido ao baixo incentivo para o desenvolvimento. O segundo tipo são as eco-inovações integradas, ou seja, aquelas que tornam o processo de produção ou do produto mais eco-eficiente (“limpo”) do que os similares, visto que as inovações permitem eficiência energética e de recursos bem como aumentar a reciclagem ou ativar as substituições de matérias tóxicas. Dessa forma as empresas que investem em inovações integradas visam ser mais eco-eficientes que as concorrentes, seja no desempenho ambiental global da empresa ou no impacto ambiental do produto fornecido, no entanto elas podem também introduzir essas inovações visando aumentar a produtividade. São chamadas de integradas por contribuírem para a solução de problemas ambientais dentro da empresa ou em outras organizações. Eco-Inovações de produto alternativo formam a terceira classe, que representam uma descontinuidade tecnológica radical, e não são mais limpas do que produtos similares mas oferecem uma nova trajetória tecnológica para os

produtos já existentes, ou seja, uma melhor solução ambiental, como exemplos dessa inovação pode-se citar a energia renovável e a agricultura biológica. O quarto tipo, são as eco-inovações macro-organizacionais que implicam em novas soluções de uma maneira eco-eficiente de organização da sociedade, isso significa novas formas de organizar a produção e o consumo em nível mais sistêmico, o que envolve novas interações funcionais entre as organizações. Esse tipo de eco-inovação é organizacional mas pode incluir inovações técnicas que enfatizam a importância da dimensão espacial para a eco-inovação e a necessidade de mudança organizacional e institucional. A última classificação de Andersen são as eco-inovações de propósito geral, que afetam profundamente a economia e o processo de inovação, contribuindo para uma série de outras inovações tecnológicas. Pesquisadores de inovação afirmam que essas tecnologias definem o paradigma tecno-econômico dominante.

Em uma classificação similar a proposta apresentada por Andersen (2005), porém um pouco mais recente, Kemp e Foxon (2007) propõem uma possível taxonomia para eco-inovações dividida em quatro tipos. O primeiro deles são as tecnologias ambientais, aquelas de controle de poluição incluindo tecnologias de tratamento de águas, tecnologias de limpeza que tratam de poluição liberada no meio ambiente, novos processos de fabricação que são menos poluentes e/ou mais eficientes nos recursos, equipamentos de gestão de resíduos, acompanhamento e instrumentação ambiental, tecnologias de energia verde, de abastecimento de água bem como o controle de ruído e vibração. Inovações organizacionais para o ambiente formam o segundo tipo, ou seja, a introdução de métodos organizacionais e sistemas de gestão para lidar com as questões ambientais na produção e produtos, como exemplos são postos esquemas de prevenção da poluição através da substituição de inputs, uma operação mais eficiente e de processos de pequenas alterações para instalações de produção, gestão ambiental e sistemas de auditorias envolvendo medição, notificação e responsabilidades para lidar com questões de utilização de materiais, energia, água e resíduos, ou gestão da cadeia de valor. O terceiro tipo, as inovações de produtos e serviços que oferecem benefícios ambientais, são produtos novos ou melhorados e serviços ambientais benéficos para o ambiente, incluem-se nessa categoria as eco-casas/edifícios, testes e serviços analíticos bem como os serviços que são menos intensivos em poluição e recursos. A quarta classificação é o sistema de inovações verde, que constituem em alternativas de produção e consumo que são mais benéficas ambientalmente do que os sistemas existentes, energia renovável e agricultura biológica são

exemplos dessa categoria de eco-inovação. Após essa classificação os autores ressaltam que talvez o aspecto mais importante dela é que a eco-inovação não está limitada as tecnologias ambientais novas ou melhores.

Por fim tem-se a divisão feita por Oltra (2009), onde a autora coloca que assim como as inovações gerais, as inovações ambientais podem ser classificadas em três tipos: de produto, de processo e organizacional. Porém o que é específico para as inovações ambientais é a distinção, dentro das inovações de processo, entre tecnologias end-of-pipe e tecnologias de produção mais limpa (ou tecnologias integradas). Portanto no artigo de 2009 encontra-se essa distinção. A tecnologia end-of-pipe consiste em tratar a poluição por meio de vários aparatos técnicos que causam efeito no final do processo produtivo, logo este ultimo não é modificado. Já as tecnologias de produção mais limpa são frequentemente mais vantajosas que as tecnologias end-of-pipe tanto por razões econômicas quanto por ambientais, especialmente numa perspectiva de longo prazo. Parte da literatura sobre inovações ambientais foca na escolha entre tecnologias end-of-pipe e tecnologias de produção mais limpas, mostrando que regulações ambientais tendem a encorajar o uso de tecnologias end-of-pipe, que ainda são dominantes em vários países da OECD, e que a mudança para tecnologias de produção mais limpa seria ambientalmente e economicamente mais benéficas.

1.3 Tecnologia Ambiental

Uma bibliografia significativa sobre o tema é a de Shrivastava (1995), pois o autor define tecnologias ambientais como sendo equipamentos de produção, métodos e procedimentos, designs de produto e mecanismos de entrega de produtos que conservam energia e recursos naturais, minimizam o peso ambiental das ações humanas e protegem o ambiente natural. Essas tecnologias incluem tanto *hardware* como equipamentos de controle de produção, instrumentos de medição ecológica e tecnologias de produção mais limpas. São realizados métodos operacionais, tais como práticas de gestão de resíduos, como a reciclagem, e trabalhos de conservação orientada, usados para conservar e melhorar a natureza. Tecnologias ambientais estão evoluindo tanto como um conjunto de técnicas (que são usadas para a redução da poluição, gestão de resíduos, conservação de energia, água e materiais e para melhorar a eficiência tecnológica da produção) como para uma orientação de gestão (em

questões como design do produto, fabricação, gestão ambiental, escolha da tecnologia e sistemas de design industrial).

Tecnologias ambientais incorporam considerações ambientais em muitos aspectos sobre operações de negócios e assim afetam o cenário competitivo na maioria dos setores da economia. Como uma fonte de ideias para novos produtos e conservação de materiais de energia, tais como o aquecedor solar e o carro elétrico, elas podem criar e expandir a demanda do mercado. Como fonte de melhorias no processo de produção, como tecnologias mais limpas e de controle de poluição, elas podem mudar a função custo de produção dentro das empresas e indústrias. Ao tornar os produtos e embalagens mais amigos do ambiente, as tecnologias ambientais podem melhorar a qualidade do produto bem como sua atratividade. E assim, reduzindo o desperdício, a poluição e os perigos elas podem tornam empresas mais atraentes para comunidades. (SHRIVASTAVA, 1995).

De acordo com o Plano de Ação sobre Tecnologias Ambientais da Comissão Europeia (ETAP), tecnologias ambientais englobam tecnologias e processos de gestão da poluição, como o controle da poluição do ar e gestão de resíduos. Elas utilizam (ou formam) produtos e serviços menos poluentes bem como formas menos intensivas em recursos para gerir os recursos de forma mais eficiente, por exemplo, fornecimento de água e tecnologias poupadoras de energia. Portanto nessa visão da Comissão Europeia, tecnologias ambientais são tecnologias cuja utilização é menos prejudicial ao meio ambiente do que as alternativas relevantes.

Para Kemp & Soete (1990) a criação e difusão de tecnologias ambientais são diferentes do processo tradicional de mudança tecnológica, ou seja, o desenvolvimento e implementação de tecnologias ambientais devem ser mais ativamente apoiados (por exemplo, pelo governo) do que as técnicas normais de produção. Os autores separam fatores que afetam a oferta e a demanda por tais tecnologias. Oportunidades tecnológicas (dependem dos conhecimentos científicos e técnicos existentes bem como dos equipamentos disponíveis), condições de apropriabilidade (devem ser levados em conta o interesse social na rápida difusão dessas tecnologias e o domínio delas como um possível fator competitivo para as empresas) e demanda do mercado (instabilidade da demanda por tecnologias ambientais) são os fatores apontados como os que afetam a oferta. Já do lado da demanda os fatores apontados são: problemas relacionados com o conhecimento e a informação (incluem-se aqui as

competências técnicas para adaptar novas tecnologias e o conhecimento sobre quais técnicas estão disponíveis, como acessá-las e obter financiamento para adotá-las), a insegurança e incerteza em adotar tecnologias ambientais (devido a necessidade de adotar mudanças nas rotinas, treinamento de pessoal, não garantia de resultados), a relação produtor usuário e a distinção entre inovações de produto (deve atender à demanda dos consumidores) e processo (estão relacionadas com objetivos e valores da firma).²

Lustosa (2002) também trata das tecnologias ambientais. Para a autora, esse termo é mais abrangente e utilizado para definir tecnologias que são direcionadas para a melhoria do meio ambiente, nelas estão incluídas as tecnologias mais limpas, as poupadoras de recursos naturais e as que despoluem o ambiente. É posto que as tecnologias ambientais são classificadas de maneira distinta mas com a mesma abrangência. Nessa tese de 2002 faz-se uma divisão das tecnologias ambientais em quatro categorias:

- Tecnologias para despoluir o ambiente (*cleaning technologies*), que são consideradas tecnologias de remediação, ou seja, elas são utilizadas depois que a poluição já ocorreu.

- Tecnologias poupadoras de recursos naturais (*environment-saving technologies*), que são aquelas que utilizam menos insumos, como matéria-prima ou energia.

- Tecnologias mais limpas (*cleaner technologies*), que apresentam um coeficiente de emissão de poluentes por unidade de produto inferior à outra tecnologia utilizada anteriormente, elas modificam o processo produtivo e também podem ser consideradas tecnologias de prevenção da poluição.

- Tecnologias de controle que são utilizadas para monitorar os níveis de emissões e a degradação dos recursos naturais, como satélites para identificar os desmatamentos e queimadas bem como equipamentos de medição de emissões industriais.

Essa classificação é importante, pois permite uma melhor compreensão sobre a abrangência do termo e vale destacar que os tipos não são excludentes entre si, mas sim muitas vezes complementares. A autora pondera que o conceito de tecnologia ambiental é bastante amplo, podendo englobar tecnologias que não foram desenhadas exclusivamente com fins ambientais, mas que podem gerar impactos ambientais positivos.

² Os fatores determinantes serão tratados de modo mais específico no próximo capítulo.

Ainda em Lustosa (2002), a autora apresenta duas divisões diferentes de tecnologias ambientais. A primeira é de Preston (1997), que tem quatro categorias: tecnologias de monitoramento e avaliação, que servem para medir as emissões e determinar suas origens, e fornecer informações sobre os efeitos da degradação ambiental e do uso de insumos contaminantes sobre os ecossistemas e a saúde humana; tecnologias para evitar impactos ambientais, que variam desde modelos que reduzam a quantidade de insumos necessário à produção até a substituição de materiais; tecnologias de controle, que são do tipo *end-of-pipe* ou fim de tubo (EOP), incluindo a reciclagem e reutilização de materiais; e por fim, as tecnologias de remediação e restauração, que são aquelas específicas para limpar, restaurar ou recuperar o meio ambiente degradado. Já outra versão apresentada é a de Medhurst (1993), que subdivide as tecnologias ambientais em: equipamento *end-of-pipe*, técnicas de minimização de resíduos, melhoria de controle do processo produtivo, tecnologias limpas, técnicas de manejo de resíduos, reciclagem e recuperação de recursos e produtos limpos.

Já que Preston (1997) foi citado, vale expor aqui a visão do autor sobre as razões pelas quais as tecnologias ambientais não são difundidas de maneira rápida e universal com o intuito de superar problemas ambientais urgentes. São elas: subsídios governamentais (geralmente estimulam o uso intensivos de certos insumos com base em tecnologias antigas), não cobrar de poluidores, financiamento da “lacuna” (existe uma lacuna entre pesquisa básica e a aplicação efetiva no processo produtivo), risco, incerteza das regulamentações e fragmentação do mercado (riscos associados ao investimento alto em relação ao retorno, mercado de tecnologias instável, cada estado possui legislação ambiental específica).

Em um conteúdo mais recente, tem-se Kemp e Foxon (2007), onde as tecnologias ambientais são tecnologias cuja utilização é menos prejudicial ao meio ambiente que as alternativas relevantes, ou seja, referem-se as tecnologias de processo (como de conversão de energia) e de mediação utilizados para fins ambientais (para medir a poluição ou para identificar substâncias tóxicas). Para os autores, na própria tecnologia ambiental tem-se inovação, que pode: diminuir o custo de alcançar uma melhoria ambiental e/ou oferecer um maior ganho ambiental do que um velho modelo. O termo eco-inovação é muitas vezes comparado com tecnologias ambientais, e para os autores isto gera uma confusão uma vez que as próprias tecnologias ambientais experimentam inovação (que poderia ser chamada de eco-inovação) e porque o termo eco-inovação é geralmente visto como constituído por mais do que

a classe de tecnologias ambientais. Por fim os autores listam vários exemplos de tecnologias ambientais: tecnologia de controle de poluição (tratamento biológico em pequena escala de água, separação de resíduos para reciclagem e lavadores úmidos para a incineração de resíduos), tecnologias de limpeza (biorremediação de solos contaminados), processos de produção limpos (biotecnologia branca ou biocatálise, nanotecnologia, tecnologia de membrana para produção de cloro e álcalis), processo de reciclagem interna (re-utilização de resíduos, água e calor) e tecnologias de medição (biomarcadores).

1.4 Quadro resumo

QUADRO 1 – Resumo dos conceitos de eco-inovação

Autor	Definição de Eco-inovação
KEMP, SMITH E BECHER (2000)	Processos novos ou modificados, técnicas, sistemas de práticas e produtos para evitar ou reduzir os danos ambientais
KEMP E FOXON (2007)	Produção, aplicação ou exploração de um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional ou de gestão, ou método de negócio que é novo para a empresa ou usuário e que resulta, ao longo do seu ciclo de vida, uma redução do risco ambiental, poluição e impactos negativos nos recursos usados (incluindo o uso de energia) comparado as alternativas relevantes
OLTRA (2008)	Conjunto muito heterogêneo de inovações, uma vez que cada processo ou produto que é mais eficiente nos recursos e/ou menos poluente é uma inovação ambiental
OECD (2009)	Criação ou implementação de novos, ou significativamente melhorados, produtos (bens e serviços), processos, métodos de marketing, estrutura organizacional e arranjos institucionais que (com, ou sem intenção) levam a melhorias ambientais em comparação com alternativas relevantes.
OECD (2011)	Formas de inovação seja de produtos, processos, serviços, modo de gestão com impacto favorável sobre o meio ambiente
FOXON E ANDERSEN (2007)	Caracterizada pela ecologização do ciclo de inovação, que foca no desenvolvimento de inovações, estruturas organizacionais, instituições e práticas adequadas à redução das emissões de carbono e de impactos ambientais

Fonte: elaboração própria

A partir do quadro acima, observa-se que o conceito de eco-inovação é basicamente produtos novos ou melhorados e processos que são mais eco-eficientes, porém cada autor coloca isso de uma forma diferente.

QUADRO 2 – Resumo das tecnologias ambientais

Autor	Tecnologias Ambientais
SHRIVASTAVA (1995)	Equipamentos de produção, métodos e procedimentos, designs de produto e mecanismos de entrega de produtos que conservam energia e recursos naturais, minimizam o peso ambiental das ações humanas e protegem o ambiente natural.
ETAP	Tecnologias e processos de gestão da poluição, como o controle da poluição do ar e gestão de resíduos; são tecnologias cuja utilização é menos prejudicial ao meio ambiente do que as alternativas relevantes.
LUSTOSA (2002)	Tecnologias que são direcionadas para a melhoria do meio ambiente, nelas estão incluídas as tecnologias mais limpas, as poupadoras de recursos naturais e as que despoluem o ambiente.
KEMP E FOXON (2007)	Tecnologias cuja utilização é menos prejudicial ao meio ambiente que as alternativas relevantes, ou seja, referem-se as tecnologias de processo e de mediação utilizados para fins ambientais.

Fonte: elaboração própria

Kemp e Foxon e ETAP são os que mais se assemelham pois frisam que a utilização das tecnologias ambientais é menos prejudicial do que alternativas relevantes. Já Lustosa e Shrivastava direcionam o conceito para tecnologias ou equipamentos que melhoram ou despoluem o meio ambiente, protegendo-o.

2 Determinantes de Eco-inovação

Os determinantes de inovação ambiental estão relacionados com os de inovação em geral. Kemp e Soete (1992) apresentam os determinantes de inovação geral antes de expor os de inovação ambiental. A vontade de adotar inovação influencia a vontade de gerar inovação, que requer recursos financeiros e esforço. Em quase todos os casos, inovações são resultado de atividades planejadas de P&D por agentes motivados pelo lucro e envolvem algum tipo de percepção de oportunidades inexploradas, técnicas e econômicas. (KEMP & SOETE, 1992)

Em relação aos determinantes da inovação, a Teoria Evolucionária vai além dos fatores do lado da oferta e da demanda (*technology push e demand pull*). Os fatores ligados à tecnologia são mais importantes na fase de desenvolvimento de um novo produto, enquanto os elementos ligados à demanda se tornam relevantes na fase de difusão da inovação. Por outro lado, grande parte das inovações emerge fora do sistema formal de P&D por meio do processo de aprendizado inerente às atividades econômicas (EDQUIST, 1999). Assim, os determinantes

da inovação podem variar significativamente de acordo com o contexto e a estrutura na qual a inovação está inserida, ou seja, fatores institucionais, organizacionais, sociais, entre outros podem ter influência na determinação dos processos inovativos. (QUEIROZ, 2011)

Apesar da mesma natureza, o processo de inovação ambiental, segundo Kemp e Soete (1990), se diferencia da inovação tecnológica tradicional. As principais especificidades do processo de inovação ambiental referem-se aos fatores determinantes e difusores. Na literatura sobre o tema enfatiza-se a regulação ambiental como impulsionadora da utilização e posterior geração de tecnologias ambientais por meio da pressão exercida sobre o setor produtivo. Porter & van der Linde (1995) sugerem que as exigências ambientais contribuem para a tomada de decisão da firma ao reduzir a incerteza sobre investimentos ambientais, ajudar na compreensão e incorporação da questão ambiental, criar pressão motivando o progresso tecnológico e sinalizar as companhias sobre potenciais ineficiências de recursos e melhoramentos tecnológicos.

Portanto, nesse capítulo serão tratados os determinantes de inovação ambiental, no qual a política ambiental possui um papel de destaque. Também serão apresentadas evidências para o Brasil bem como estudos de casos.

2.1 O papel da política ambiental

Desde as primeiras manifestações de degradação ambiental, materializadas pelo fenômeno das externalidades negativas que os diversos agentes econômicos se impõem mutuamente, percebeu-se a necessidade da intervenção estatal no sentido de mediar e resolver os conflitos daí resultantes (LUSTOSA, CÁNEPA E YOUNG, 2003). Ou seja, com o intuito de induzir ou forçar os agentes econômicos a reduzir a quantidade de poluentes lançados no meio ambiente bem como minimizar a depleção dos recursos naturais, surge a necessidade de implantar a política ambiental. Ainda no mesmo texto os autores propõem três fases dessa intervenção no mundo desenvolvido, sendo que a primeira adota a disputa em tribunais, onde as vítimas das externalidades negativas ambientais entram em juízo contra os agentes poluidores ou devastadores. A segunda fase é denominada política de comando e controle, e tem duas características bem definidas: imposição pela autoridade ambiental de padrões de emissão de incidentes sobre a produção final do agente poluidor e determinação da melhor

tecnologia disponível para abatimento da poluição e cumprimento do padrão de emissão. Na terceira fase, que os autores chamam de “mista” de comando e controle e de instrumentos econômicos de motivação à internalização de custos ambientais, os padrões deixam de ser meio e fim da intervenção estatal e se tornam instrumentos de uma política que utiliza alternativas variadas para a consecução de metas acordadas socialmente.

Na visão tradicional, a política ambiental gera perda de competitividade por conta da internalização do custo marginal externo causar um aumento de custos privados para as firmas, com isso pressupõe que os preços aumentem, os lucros caiam e perca-se a competitividade. Contrário a essa idéia encontra-se a Hipótese de Porter, segundo a qual a regulamentação ambiental impõe, a curto prazo, custos adicionais às empresas mas pode, no longo prazo, estimular a adoção de novas tecnologias. Dessa forma, embora a regulamentação ambiental prejudique a “eficiência estática” da economia, ela contribui para a “eficiência dinâmica” da economia. Portanto a regulação ambiental, quando bem elaborada, contribui para inovações que aumentam a produtividade dos recursos e conseqüentemente observa-se um aumento na competitividade, ou seja, os benefícios da inovação compensam os custos iniciais de adequação à regulação ambiental. (PORTER E VAN DER LINDE, 1999)

Porter e Van der Linde (1999) chamam a atenção para a influência que a regulação ambiental exerce sobre o rumo da inovação tecnológica, uma vez que o ambiente competitivo é cercado, por exemplo, de informação incompleta e inércia organizacional. Posto isso, os autores listam seis principais razões pelas quais a regulamentação é necessária, são elas: para criar pressões que motivem a inovação pelas empresas, para melhorar a qualidade ambiental, para alertar e educar as empresas a respeito de ineficiências prováveis nos recursos e de áreas potenciais para aprimoramentos tecnológicos, para aumentar a probabilidade de que a inovação nos produtos e nos processos seja mais amistosa em relação ao ambiente, para criar demanda pelo aprimoramento ambiental até que as empresas e os clientes sejam capazes de melhor perceber e mensurar a ineficiência dos recursos como fonte de poluição e, finalmente para nivelar o campo de jogo durante o período de transição rumo às soluções ambientais baseadas na inovação, assegurando que nenhuma empresa será capaz de ganhar posição por não efetuar os investimentos ambientais.

2.1.1 Instrumentos de Política Ambiental e Inovação Ambiental

Os instrumentos de política ambiental possuem vantagens e desvantagens, e têm a função de internalizar o custo externo ambiental. Dessa forma podem ser divididos em três grupos: instrumentos de comando-e-controle (ou regulação direta), instrumentos econômicos (ou de mercado) e instrumentos de comunicação. (LUSTOSA, CÁNEPA E YOUNG, 2003)

Conhecidos também como instrumentos de regulação direta, os instrumentos de controle-e-comando implicam no controle direto sobre empresas que emitem poluentes, dessa forma uma série de normas e padrões são estabelecidos pelo órgão regulador sendo que o seu descumprimento ocasiona penalidades desde multas até o cancelamento da licença. Esse tipo de instrumento tem um alto custo de implementação, uma vez que requer fiscalização contínua e efetiva. Em relação às vantagens e desvantagens dos instrumentos de comando e controle tem-se a eficácia no controle dos danos ambientais como ponto positivo, mas em contrapartida eles podem ser injustos por não levar em o tamanho da firma nem a quantidade de poluentes que ela emite tratando assim os poluidores da mesma maneira.

Segundo Almeida (1998) esses instrumentos incluem:

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

Um segundo tipo de instrumento são os chamados instrumentos econômicos ou de mercado. O princípio deles é internalizar as externalidades ou os custos que, de uma forma geral, não são incorridos pelo poluidor ou pelo usuário, ou seja, eles alteram a decisão do agente por afetar os cálculos de custo e benefício, e podem também serem mais adequados

para estimular a difusão tecnológica. É possível listar algumas vantagens que esse tipo de instrumento proporciona em relação aos de comando-e-controle, são elas: cobranças de taxas e tarifas permitem a geração de receitas fiscais e tarifárias que garantem recursos para capacitar órgãos ambientais bem como para dar incentivos e prêmios (nesse item tem-se o chamado duplo-dividendo, que além de melhorar o meio ambiente, gera receitas para os órgãos reguladores), atuar desde o início no processo de uso dos bens e serviços ambientais, evitar dispêndios em pendências judiciais para aplicação de penalidades, considerar o tamanho da firma e sua capacidade de pagamento para implementar um sistema de taxação progressiva ou de alocação inicial, possibilitar que tecnologias que são menos intensivas em bens e serviços ambientais tenham estímulos para reduzir a extração ou emissão de poluentes através da redução da despesa fiscal e alocar de forma mais eficiente os recursos econômicos à disposição da sociedade considerando as diferenças de custo de controle e permitindo que os agentes com custos inferiores tenham incentivos para expandir as ações de controle. De acordo com Kemp (2000), subsídios para propósitos ambientais possuem a vantagem de serem mais atrativos politicamente, mas possuem a desvantagem de impacto limitado sobre as decisões de inovação, pois as empresas desenvolvem inovações mais voltadas às necessidades do mercado. Exemplos de instrumentos econômicos são taxas e tarifas, subsídios, certificados de emissão transacionáveis e sistemas de devolução de depósitos.

Para Almeida (1998):

- as taxas e tarifas envolvem: taxa sobre efluentes (que variam de caso a caso e são cobradas por unidade de lançamento de dado poluente), taxa sobre produtos (é inclusa no preço de produtos que geram poluição), taxa sobre usuário (geralmente é uniforme) e diferenciação de taxas (valorizam os produtos que geram menos poluição através de preços mais favoráveis).

- os subsídios servem para ajudar a reduzir os níveis de poluição e constituem-se de subvenções, uma forma de assistência financeira não-reembolsável, empréstimos subsidiados e incentivos fiscais.

- a criação de um mercado artificial para poluição possibilita a compra e venda de cotas de poluição pelos agentes e refere-se a licenças de poluição comercializáveis, seguro ambiental e sustentação de mercados para resíduos industriais pelo governo.

- o sistema de devolução de depósitos é caracterizado pela devolução da sobretaxa estabelecida sobre o produto final ao consumidor.

Por fim, existem os instrumentos de comunicação que segundo, Lustosa et al (2003), são utilizados para a informação e conscientização dos agentes poluidores e populações atingidas sobre temas ambientais como atitudes que podem ser preventivas, produtos que agridem menos o meio ambiente, os danos ambientais atuais e tecnologias limpas, podendo dessa forma facilitar a cooperação entre os agentes. Como exemplo de instrumentos de comunicação tem-se a educação ambiental oferecida para potenciais consumidores e a divulgação de benefícios que são oferecidos para as empresas que respeitam o meio ambiente e os selos ambientais. Complementando sobre esse instrumento, Almeida (1998) considera que eles dão maior flexibilidade para que os agentes respondam aos estímulos, em contrapartida eles podem ser ineficazes na alteração do comportamento ambiental. Portanto esses instrumentos são preferíveis por aqueles são contra a intervenção do Estado na economia.

Medidas de política ambiental podem estimular a mudança tecnológica e gerar mudanças competitivas no nível da firma. Os efeitos tecnológicos associam-se aos instrumentos utilizados e aos tipos de firmas nas quais ocorre a mudança. No nível do setor industrial, custos podem surgir nas transações realizadas entre fornecedores e clientes como resultado das medidas ambientais, alterando a organização industrial. (ANSANELLI, 2008)

Para Kemp & Soete (1990), a demanda por técnicas ambientais depende das oportunidades e ambições das empresas que as utilizam, estas estão diretamente relacionadas com a natureza e a força da política ambiental. Com isso a expectativa das empresas sobre uma regulação ambiental rigorosa no futuro possibilita o uso de tecnologias ambientais como um elemento competitivo, portanto para os autores as mudanças que ocorrem na parte de regulação impactam diretamente no desenvolvimento das inovações ambientais.

A restrição ambiental é colocada como uma fonte de oportunidades tecnológicas por Romeiro & Salles Filho (1999), para a criação de assimetrias que conferem vantagens competitivas. Os autores separam em duas etapas a incorporação da questão ambiental no processo inovativo: na primeira esse processo depende de medidas coercitivas que embutem custos e ocorrem de forma espontânea. Já na segunda, as duas formas de desenvolvimento de inovações, a partir de medidas coercitivas e espontâneas, encontram-se presentes acentuando-

se a exploração de oportunidades tecnológicas ambientais, tornando a política ambiental mais complexa. Desse modo, “a restrição ambiental tende a ser vista cada vez menos como uma fonte de custos e mais como uma fonte de oportunidades tecnológicas para a criação de assimetrias que confirmam vantagens competitivas” (ROMEIRO & SALLES FILHO, 1999).

Porém, Jaffe et al (2002) notaram que algumas formas de regulação levam a inibição de inovações superiores uma vez que a performance pode estar vinculada à tecnologia viável ou à não totalmente desenvolvida e que o tipo de tecnologia a ser utilizada é imposta por padrões tecnológicos e podem esfriar o desenvolvimento de novas e mais efetivas tecnologias.

Por outro lado vários autores consideram que o rigor e a flexibilidade da regulação são essenciais para estimular inovações. Para Porter & van der Linder (1995), por exemplo, uma maior flexibilidade da regulação permite o estímulo de inovações incrementais, enquanto que um maior rigor na regulação exige soluções mais fundamentais como a reconfiguração de processos e produtos. Ainda segundo os autores, as medidas ambientais estimulam inovações que podem compensar, parcial ou totalmente, os custos de adequação ambiental, podendo assim reverter o custo inicial em benefício líquido, os benefícios podem ser tanto no produto como no processo produtivo. Para Kemp (2000), os efeitos das regulações ambientais que contemplam diferenças setoriais e daquelas que dispõem de um tempo de adequação, é a capacidade de gerar rápidas e significativas respostas tecnológicas. É possível observar casos em que apenas a expectativa da regulação já é suficiente para gerar mudanças no comportamento da empresa.

QUADRO 3– Instrumentos de política ambiental e tipos de respostas tecnológicas

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

X= baixo; XX= médio; XXX= alto

Fonte: Heaton (1997) apud OCDE (1999)

QUADRO 4 – Instrumentos de política ambiental e tipos de firmas respondendo

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

X= baixo; XX= médio; XXX= alto Fonte: Heaton (1997) apud OCDE (1999)

Os quadros acima formulados pela OCDE (1999) tomaram por base uma estrutura analítica sugerindo que a característica da resposta tecnológica à política ambiental seria determinada pela situação inicial e pelas características de estímulo das políticas públicas. A situação inicial, caracterizada por variáveis tais como a natureza tecnológica, a estrutura da indústria e as características da firma, limita a resposta tecnológica. A política ambiental envolve os tipos de instrumentos e seu caráter, como flexibilidade, incerteza e tempo. Por fim a resposta dos agentes refere-se ao grau, que varia de ausência de inovação à inovação radical, e ao lócus, que define a origem das soluções ambientais. (ANSANELLI, 2008)

Sob esse cenário, o alto grau de inovações radicais foi mais difícil de ocorrer, respondendo principalmente a instrumentos de proibição de produtos e responsabilidade produtiva (formas severas de regulação). Inovações incrementais e difusão tecnológica parecem ser as respostas mais recorrentes às especificidades tecnológicas, padrões de performance, padrões de produtos e a subsídios e taxas de poluição. Da ótica dos tipos de empresas, as firmas reguladas tiveram mais alto grau de resposta à maioria dos instrumentos, mas especialmente aos mais rigorosos instrumentos de comando e controle citados acima, assim como as firmas entrantes. As firmas de bens e serviços ambientais (empresas que fornecem bens e serviços usados para medir, prevenir, limitar, minimizar ou corrigir danos ambientais) reagiram de modo inovativo a outros instrumentos de regulação direta, tais como padrões de produtos, padrões de performance, especificações tecnológicas e difusão das informações. (ANSANELLI, 2008)

Portanto, os impactos tecnológicos da política ambiental são influenciados por seus instrumentos para a geração e o desenvolvimento de inovações ambientais; o rigor do instrumento utilizado tende a estimular uma inovação radical; a flexibilidade, mais característica dos incentivos econômicos, é fundamental para dar liberdade quanto ao tempo e ao modo de adequação, fortalecendo a difusão; o estímulo inovativo dos instrumentos (inovações radicais, incrementais ou difusão) depende também da estrutura do mercado e da indústria e da trajetória tecnológica; a mudança organizacional contribui para as inovações técnicas e as estratégias adotadas refletem como as firmas enxergam a questão ambiental; e os gastos com a mudança tecnológica com propósitos de adequação ambiental podem ser compensados pela maior produtividade dos recursos, ganhos competitivos e outros benefícios ambientais decorrentes da inovação. Além disso, caso a exigência ambiental constitua um padrão de produto internacionalmente aceito, haverá impactos nos fluxos de comércio, que podem ser positivos ou negativos, dependendo da magnitude dos custos da adequação. (ANSANELLI, 2008)

2.2 Outros determinantes da inovação ambiental

Do ponto de vista da teoria econômica, de um lado é reconhecido que o mercado falha em valorar adequadamente o impacto ambiental das atividades econômicas, o que justifica a intervenção do Estado, por meio de políticas ambientais, para corrigir tais desvios. Assim, o mercado é incapaz de, sozinho, estimular a produção ambientalmente amigável. Associando-se essa pressão com vantagens competitivas, consolidou-se a ideia de que a regulação ambiental, quando bem desenhada, é o principal motor gerador da Inovação Ambiental por conta da pressão criada sobre as firmas reguladas. No entanto, de outro lado, é fundamental reconhecer as limitações do papel da regulação enquanto único caminho condutor das inovações ambientais e, conseqüentemente, ampliar o estudo de seus determinantes com foco nos desdobramentos políticos. (ANSANELLI, 2013)

Horbach et al (2011) separam quatro grupos de fatores que são considerados os principais determinantes de eco-inovação pela literatura, são eles: estratégias da empresa, tecnologia, mercado e regulação. No estudo em questão, os autores focam mais na força da regulamentação e do mercado, uma vez que diversas bibliografias por eles citadas apontam a

regulação local, a pressão por regulação e a imagem da corporação como as principais razões para a adoção de tecnologias mais limpas.

Já os autores Kemp, Smith e Becher (2000) agrupam os fatores que regem a inovação ambiental em três categorias. A primeira delas consiste nos incentivos para inovar, que dependem da intensidade da concorrência, do custo vigente e das condições de demanda (como preço de energia ou custos de eliminação de resíduos), e no caso de inovações comercializáveis são consideradas as condições de apropriabilidade³. Já a segunda categoria reúne a capacidade de assimilar e combinar o conhecimento de diferentes fontes (dentro e fora da firma), que é necessária para a produção de um novo processo ou produto. Esse conhecimento consiste de conhecimento tecnológico e sobre o mercado. A última categoria se traduz na capacidade de gerenciar o processo de inovação dentro de uma empresa e entre empresas dentro de uma cadeia e outros interessados, e de acordo com o estudo em Minnesota de Van de Ven (Van der Ven, 1999), o gerenciamento de processos de inovação requer um tipo de gestão especial: a da atenção, das idéias, dos relacionamentos entre as partes, isto é, integração de funções, unidades e recursos.

Em Mazzanti & Zoboli (2006), são discutidas e testadas seis hipóteses que afetam inovação ambiental, avaliadas principalmente por meio de análises econométricas:

- Eficácia política: na qual os custos induzidos para a implementação é uma boa variável para representar a ação indireta da política. Através de informações, os custos estão relacionados com despesas correntes e encargos financeiros decorrentes de políticas.

- Regimes de eco-auditoria são positivamente correlacionados com inovação ambiental: documentos como Horbach (2003), Frondel et al (2004) e Rennings et al. (2003) fornecem evidências preliminares sobre as relações entre a diretoria, como parte de uma estratégia mais ampla do ambiente organizacional inovador e inovações tecnológicas ambientais, sugerindo a necessidade de mais pesquisas sobre esse novo e complexo assunto.

- relações industriais desempenham um papel favorável à inovação: usam um vetor de índice sintético para capturar a qualidade das relações industriais e envolvimento de sindicatos e trabalhadores em estratégias de gestão a fim de testar a relação para a inovação ambiental.

³ Até que ponto uma inovação é capaz de capturar benefícios econômicos de sua inovação.

- correlação entre inovação tecnológica/organizacional com inovação ambiental: a literatura mais recente destaca que a mera introdução de novas tecnologias, sem inovação organizacional e de novas práticas de gestão de recursos humanos, não parece apoiar melhores performances, sendo necessários feixes de praticas de alto desempenho.

- atividades em rede são positivamente associadas à inovação ambiental, por meio de P&D ambiental: a importância das relações de trabalho em rede, em termo de acordos voluntários e *spillovers* é alta em áreas industriais do distrito, podendo substituir parcialmente para o tamanho das economias de escala em ambiente caracterizado por pequenas e médias empresas.

- variáveis estruturais da empresa: é avaliado por meio da inclusão de um vetor de fatores de controle. A produtividade passada está incluída para testar sua influencia na condução da inovação.

Em Nogareda (2007), os determinantes de inovação ambiental são agrupados em: regulação, mercado e fatores internos da firma. Onde as características do ambiente regulatório são importantes, como a certeza das regras e a relação entre o regulado e o regulado. Em relação aos fatores de mercado, o autor coloca que várias vertentes da literatura tem-se centrado em varias pressões identificando a atratividade da estrutura da indústria, a demanda do mercado e a posição na cadeia de valor. Entretanto poucos estudos analisaram as diferenças entre a demanda por produtos ambientais e inovações de processo, e entre clientes corporativos e consumidores finais. Por fim a visão interna da empresa oferece alguns insights interessantes sobre as atividades de inovação verde das empresas, certificação EMS (Sistema de Gestão Ambiental) parece ter um efeito positivo sobre a inovação ambiental, já atividades de P&D e estratégia e metas de inovação ambientais apresentam resultados inconclusivos.

Nessa mesma linha, Oliveira et al (2012) agrupam os fatores determinantes de eco-inovação em três categorias: as regulações ambientais, que visam internalizar nas empresas os impactos que suas atividades produtivas geram para o meio ambiente o que poderia ser visto como um fator prejudicial à competitividade das empresas por elevar seus custos pode ser analisado agora como uma forma de incentivar as empresas a explorarem oportunidades que antes não enxergavam ou evitavam; fatores de mercado, que são a pressão exercida sobre as empresas pelos consumidores e a pressão competitiva; e fatores internos à firma, evidenciados por sua capacidade tecnológica e inovativa bem com estratégias, o peso de questões

ambientais na gestão e suas competências. Os autores ressaltam que fatores de mercado, como redução de custos, também apresentam-se relevantes em empresas européias.

Em sua tese, Lustosa (2002), baseada em Howes et al (1997), destaca os quatro fatores que induzem as empresas a adotarem práticas mais limpas, são eles: as pressões das regulamentações ambientais (legislações, subsídios, créditos, financiamentos e outros mecanismos utilizados pelas instituições atuam na seleção das inovações ambientais), as pressões dos consumidores finais e intermediários (somente uma pequena parcela da população é capaz de demandar produtos “verdes” que possuem, em geral, um preço maior), a pressão dos grupos de interesses (*stakeholders*) e a pressão dos investidores (observa-se uma preocupação crescente com o desempenho ambiental da firma, principalmente de setores com alto potencial poluidor). Além desses fatores, a autora destaca outros que são apontados na pesquisa de Tigre et al (1994), como as reduções potenciais de custos, as novas oportunidades tecnológicas e a estratégia e políticas dos usuários de equipamentos ambientais.

As medidas de caráter regulatório são muito importantes para induzirem as inovações ambientais. Alguns setores necessitam de maiores regulamentações em função do tipo de atividade que desenvolvem. O grau de competição do mercado no qual a empresa está inserida é um dos fatores que mais influencia sua decisão de gerar e adotar inovações, inclusive as ambientais. Com pressão dos mercados, sobretudo os mais competitivos, a inovação passa a ser fator de diferenciação entre a empresa e seus concorrentes, criando assimetrias entre elas e podendo ser a única forma de sobrevivência num mercado que valoriza a não agressão ao meio ambiente. (LUSTOSA, 2011)

Oltra (2008) trata de forma bem completa os determinantes da Inovação Ambiental, pois para a autora essa última não deve ser considerada como uma resposta sistemática à regulação. Por meio de um quadro apresenta três categorias principais de determinantes que interagem entre si.

QUADRO 5 – Determinantes da inovação ambiental

Regulation and policy determinants	Implementation of environmental policy instruments: economic and regulatory instruments Existence and anticipation of environmental regulations Regulatory design: stringency, flexibility, time frame
Supply side determinants	Cost savings, productivity improvements Organizational innovations: environmental management systems, extended producer responsibility R&D activities Industrial relationships, supply chain pressure, networking activities
Demand side determinants	Environmental consciousness and consumers' preferences for environmentally friendly products Expected increase in market share or penetration of new market segments

Fonte: Oltra (2008)

A primeira delas é a regulação e determinantes de política (já citados do item 2.1), na qual instrumentos econômicos e regulatórios, a antecipação das regulamentações ambientais e o design da regulamentação (rigor, flexibilidade, tempo) são fundamentais. Existem também os determinantes do lado da oferta, dentro deles estão: redução de custos, aumento da produtividade, inovações organizacionais (sistemas de gestão ambiental, extensão da responsabilidade do produtor), atividades de P&D e relações industriais, pressão de cadeia de abastecimento, network. A terceira categoria consiste nos determinantes do lado da demanda que são representados por: consciência ambiental e preferência dos consumidores por produtos ambientalmente responsáveis bem como o aumento esperado do *market-share* ou abertura de novos mercados. A autora ainda coloca que vários estudos empíricos enfatizam que a redução de custos e melhorias de produtividade são fatores determinantes de inovações ambientais, em especial para o processo de inovações ambientais e tecnologias limpas.

2.3 Quadro resumo

A seguir apresenta-se um quadro resumo acerca do que foi detalhado nos itens anteriores. Embora não haja um consenso, pode-se observar que a regulação é o fator que mais se destaca. Apesar disso, fatores tecnológicos e de competitividade/mercado também são importantes, ao lado de necessidade de incentivos.

QUADRO 6 – Resumo dos determinantes para cada autor

Autores	Determinantes
Rennings et al (2011)	<ul style="list-style-type: none">- estratégias da empresa- tecnologia- mercado- regulação
Kemp et al (2000)	<ul style="list-style-type: none">- incentivos para inovar- capacidade de assimilar e combinar o conhecimento de diferentes fontes- capacidade de gerenciar o processo de inovação dentro de uma empresa e entre empresas dentro de uma cadeia e outros interessados
Mazzanti & Zoboli (2006)	<ul style="list-style-type: none">- eficácia política- regimes de eco-auditoria são positivamente correlacionados com inovação ambiental- relações industriais- correlação entre inovação tecnológica/organizacional com inovação ambiental- atividades em rede- variáveis estruturais da empresa
Nogareda (2007)	<ul style="list-style-type: none">- regulação- mercado- fatores internos da firma
Lustosa (2011)	<ul style="list-style-type: none">- pressões das regulamentações ambientais- pressões dos consumidores finais e intermediários- pressão dos grupos de interesses (stakeholders)- pressão dos investidores- reduções potenciais de custos- novas oportunidades tecnológicas- estratégia e políticas dos usuários de equipamentos ambientais
Oltra (2008)	<ul style="list-style-type: none">- regulação e determinantes da política- determinantes do lado da oferta- determinantes do lado da demanda
Oliveira et al (2012)	<ul style="list-style-type: none">- regulações ambientais- fatores de mercado (pressão dos consumidores e competitiva)- fatores internos à firma (como a capacidade tecnológica e inovativa)

Fonte: elaboração própria

2.4 Estudos de Caso

No artigo de Prates e Serra (2007) é apresentado o Sistema Regional de Inovação em Tecnologia Ambiental da região alemã de North-Rhine Westphalia de modo a compreender particularidades referentes à questão ambiental bem como a influência da regulação e dos mercados na decisão de investimento em processos limpos. Essa região é tomada como

referência de organização e integração da política pública regional com a proteção ambiental na indústria. Nesse caso, as firmas foram motivadas pela regulação e o apoio do governo na solução de problemas ambientais, esse apoio foi decisivo pois influenciou tanto o lado da regulação como do fomento à inovação. A cooperação nessa região também foi de grande valia, pois indústrias de mineração de carvão, siderúrgica e química, que são as mais poluentes e também com grande poder de mercado devido ao tamanho e importância, forçaram seus fornecedores a desenvolver soluções de engenharia mecânica para desenvolver tecnologias de redução de poluição, contaminação e rejeitos industriais. A regulação dessa região, por ter sido implantada muito cedo em um ambiente quase sem concorrência para este tipo de soluções ambientais, tornou-se um novo mercado lucrativo e promissor. Quando implantada, a regulação ambiental seguiu a tendência mundial com tecnologias de remediação da poluição, já no início dos anos 90 a estratégia da regulação mudou o foco de soluções para tecnologias de prevenção da poluição através de processos limpos. Ao compreender que a regulação ambiental era um processo irreversível, a região de North-Rhine Westphalia obteve êxito na inovação e na inserção no mercado de tecnologias ambientais, estando sempre um passo a frente dos países/regiões que retardaram as mudanças internas. Um importante destaque é o fato de a regulação ser o primeiro e o mais importante instrumento de estímulo à inovação ambiental.

Também ocorreu cooperação entre essas firmas e o governo, não só por meio da regulação, mas também via investimentos de infra-estrutura e fomento de projetos, como programas de treinamento, fundação de institutos de pesquisa e desenvolvimento (com engajamento de pequenas e médias empresas) e de centros tecnológicos e parques industriais voltados às tecnologias ambientais. Os principais resultados desse sistema foram o registro de patentes relacionadas às tecnologias ambientais e a geração de empregos na região (PRATES; SERRA, 2006).

2.4.1 Evidências no Brasil

Queiroz (2011) realizou um exercício econométrico com base no questionário da Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2008 para verificar quais são os principais determinantes da inovação ambiental bem como destacar a questão regulatória, apenas para indústrias de

transformação. Todas as variáveis do modelo foram significativas a pelo menos 10% com exceção de: apoio do governo, origem nacional do capital e origem estrangeira do capital, além disso, em todas as variáveis que foram significativas se destaca o sinal positivo que significa que elas estão entre os principais determinantes da inovação ambiental para as firmas da indústria de transformação brasileira. Percebe-se que as variáveis que possuem alguma relação com a competitividade das empresas apresentaram altos coeficientes, sendo que a variável relacionada à redução de custo foi uma das mais relevantes uma vez que as inovações ambientais estão intimamente ligadas às estratégias de redução de utilização de recursos naturais e energia.

A variável Network mostra que a realização de atividades em parceria com outros agentes tem relação com a geração de IA. Através dos resultados do modelo, pode-se verificar que as empresas que fazem cooperação têm maior probabilidade de terem desenvolvido IA em comparação com as que não realizaram cooperação. Por fim, a regulação aparece como principal variável determinante. Dentro do conjunto de empresas inovadoras, as que buscaram se adaptar às regulações e normas referentes ao mercado interno ou externo tiveram uma probabilidade maior de ter gerado Inovação Ambiental em comparação com as firmas que realizaram outro tipo de inovação e não tiveram como objetivo se adaptar às regulamentações. (QUEIROZ, 2011)

Em um estudo que é aplicado um modelo de Probit tradicional e também estimado um modelo de seleção para testar a robustez dos resultados em relação a um possível problema de seleção gerado pela censura da amostra, Ferraz & Seroa da Motta (2002) buscam utilizar a base de dados da pesquisa da atividade econômica de São Paulo (Paep) em conjunto com dados em nível municipal para testar os determinantes do investimento ambiental na indústria. Os resultados obtidos seguem a tendência encontrada na literatura, onde plantas maiores têm maior probabilidade de fazer investimento ambiental, assim como as mais antigas e de capital estrangeiro. Os resultados apontam que setores considerados mais poluentes têm maior probabilidade de fazer investimento ambiental bem como que as empresas exportadoras se beneficiam com algum tipo de diferenciação do produto “verde”.

Em relação aos fatores externos à firma, somente se mostraram significativos fatores associados à regulação formal. O número de advertências, tanto no Probit simples quanto no Probit com variáveis instrumentais, foi altamente significativo enquanto os fatores associados

com regulação informal, votos, número de Organizações não governamentais (ONGs) e renda não foram significativos para explicar o comportamento da firma. No entanto, estes fatores explicaram de forma significativa a quantidade de advertências feitas, sugerindo que para o caso de São Paulo a organização local e a pressão da comunidade não são realizadas de forma direta sobre a firma, mas indiretamente através de reclamações do público junto ao órgão ambiental. (FERRAZ & SEROA DA MOTTA, 2002)

Em Oliveira et al (2012) foi feita uma pesquisa inédita realizada com empresas atuando no mercado brasileiro em diversos setores da indústria de serviços, onde 2400 questionários eletrônicos foram enviados para presidentes e profissionais da área de P&D e apenas 96 empresas responderam, uma vez que a pesquisa não era obrigatória. Alguns dos resultados obtidos foram: grande parte das empresas afirmou serem de importância média e altas as questões relacionada à água, uso do solo, dos recursos da biodiversidade, energia, produção de lixo, contaminação do ar e poluição sonora; 72% das empresas afirmaram ter realizado alguma inovação no período 2009-2011; a maioria das empresas utiliza recursos próprios como a principal fonte financiadora da atividade inovativa, e a pouca utilização de financiamentos e subsídios governamentais para a realização da eco-inovação contrasta com a evidência de que os elevados custos para inovar são a maior barreira enfrentada pelas empresas. Um maior conhecimento das fontes de financiamento e subvenção governamentais pode estimular a ocorrência de eco-inovações no contexto das empresas brasileiras.

Quanto à motivação da eco-inovação, os fatores que mais se destacaram foram: a preocupação ambiental, redução de custos e a criação de novos negócios. A maior parte das inovações é de desenvolvimento de produtos e processos. Outro resultado importante foram as atividades de cooperação, realizadas por 79% das empresas. Esse resultado reforça as evidências que afirmam a importância da cooperação e do uso de fontes externas de conhecimento para a realização de eco-inovações, pelo fato destas estarem ligadas a conhecimento e tecnologia de fronteira. A formação de parcerias amplia a base de conhecimento das empresas, reduz os custos e também as incertezas do processo inovativo, aumentando suas possibilidades de sucesso. As parcerias com universidades e institutos de pesquisa foram as mais frequentes, seguidas pelas parcerias com fornecedores. O resultado mais importante das eco-inovações foi a geração de renda/valor, seguido da redução de

resíduos/rejeitos. A melhora da imagem da empresa e de sua marca também foi considerada importante resultado das eco-inovações.

Em uma reportagem da Confederação Nacional da Indústria (CNI) é possível observar uma pesquisa completa sobre gestão ambiental, além de apontar a porcentagem das empresas brasileiras que adotam procedimentos gerenciais associados à gestão ambiental, de apresentar por região e principais programas na área, mostra que mostra as principais razões da adoção de procedimentos ambientais nas empresas brasileiras, como apresentado no gráfico 1 abaixo.

GRÁFICO 1 - Principais fatores para a adoção de procedimentos de gestão ambiental. Proporção das empresas que adotaram algum procedimento (%).



Fonte: CNI 2010

No presente capítulo fez-se necessário uma seção de destaque para a regulação, pois ela é o principal determinante de inovação ambiental. Observou-se também a importância de fatores tecnológicos e de competitividade bem como os incentivos públicos ou privado. O

número de pesquisas no que se refere aos determinantes de eco-inovação é cada vez maior e complementar a bibliografia já existente.

3 Indicadores de Eco-inovação

Indicadores de Eco-Inovação são indicadores de desempenho, que medem a eficiência dinâmica – o desenvolvimento da performance ambiental ao longo do tempo. Eles diferem fundamentalmente dos indicadores ambientais tradicionais, que se concentram em medir o estado do ambiente como o ar, solo e água. Indicadores de inovação buscam medir a capacidade inovativa dos agentes, sejam eles um país, uma região, um setor ou uma companhia. Eles também medem os inputs e outputs das inovações, como a taxa de novos produtos no mercado e investimento em pesquisa e inovação, fornecendo assim uma base para realizar inovações. (ANDERSEN, 2005)

Esse capítulo tratará de indicadores gerais de inovação bem como para países em desenvolvimento. Indicadores de eco-inovação e possíveis evidências para o Brasil também serão apresentadas.

3.1 Indicadores gerais de inovação

Segundo o Manual de Oslo⁴, o processo de inovação tem como ponto de partida os objetivos da empresa e será ajudado ou prejudicado por uma série de fatores. Os tipos de inovação que surgem no processo podem ser descritos de diferentes formas. Talvez os indicadores mais importantes (e os mais difíceis e controvertidos) sejam os que descrevem os efeitos da inovação no desempenho da empresa. Outros indicadores descrevem a difusão da inovação e outros temas correlatos como P&D, concessão de patentes e aquisição/difusão de tecnologia. Portanto duas famílias básicas de indicadores de Ciência e Tecnologia (C&T) são diretamente relevantes para a mensuração da inovação: recursos direcionados à P&D e

⁴ O Manual de Oslo trata-se da Proposta de Diretrizes para Coleta e Interpretação de dados sobre inovação tecnológica, cujo objetivo é orientar e padronizar conceitos, metodologias, construção de estatísticas, e indicadores de P&D de países industrializados.

estatísticas de patentes. Além disso, indicadores bibliométricos e vários outros tipos de indicadores oferecem informações complementares, ainda que as informações não estejam disponíveis para o âmbito da empresa. (OSLO, 2005)

Em contrapartida, os problemas referentes ao uso de patentes como indicadores de inovação são bem conhecidos. Muitas inovações não são patenteadas, enquanto algumas são protegidas por patentes múltiplas; muitas patentes não possuem valor tecnológico ou econômico, e outras possuem valores muito elevados. Na construção de indicadores de inovação, uma consideração de suma importância é o tipo de informações necessárias para quem elabora as políticas. (OSLO, 2005)

Vários indicadores podem ser usados para medir o impacto das inovações no desempenho da empresa, são eles: a proporção de vendas devida a produtos tecnologicamente novos ou aprimorados, os resultados do esforço de inovação e o impacto da inovação no uso dos fatores de produção. Pode-se considerar também um indicador, a cooperação com outras empresas/instituições públicas. (OSLO, 2005)

Já no Manual de Bogotá, que aponta indicadores de inovação tecnológica para os países da América Latina e Caribe, são considerados três aspectos que dividem-se em:

- indicadores de impacto, onde vários indicadores podem ser utilizados para avaliar e medir o impacto da inovação no desempenho da empresa, como: a proporção das exportações de vendas e de novas tecnologias de produtos colocados no mercado nos últimos três anos; os resultados do esforço inovador, segundo os quais as empresas avaliam o sucesso de esforço tecnológico no que diz respeito ao seu desempenho em vendas, salário, acesso a novos mercados e participação nos mercados tradicionais; uso de fatores produtivos, que se refere à maneira em que a inovação tecnológica em produtos e processos levaram a mudanças na função de produção através do uso dos fatores.

- indicadores relativos à difusão que podem ser classificados por setores de usuários (a principal atividade econômica dos produtos, o grupo tecnológico a que pertence à inovação e o setor em que provavelmente se utilizará a inovação) ou relativo ao levantamento do uso de tecnologias avançadas em processos de fabricação. As negociações sobre sistemas internacionais de comparação constituem outra fonte de problemas, existindo três componentes: a lista de tecnologias, uma concordância aceitável entre as classificações

industriais utilizadas ou o uso de uma classificação industrial internacional reconhecida e, finalmente, os critérios de aplicação de cobertura.

- indicadores de gastos que implicam na inclusão dos gastos em atividades de inovação durante todo um ano, essa abordagem possui algumas classificações: de baixo para cima ou de cima para baixo (de acordo com o foco do interesse sobre o montante das despesas para cada tipo de atividade de inovação ou o montante total de gastos com inovação), por tipo de gasto (inclusive corrente e de capital), pelo tipo de inovação (possíveis gastos com equipamento e treinamento) e por fontes de financiamento (é importante conhecê-la para poder avaliar, por exemplo, o papel que desempenham as políticas públicas e a internacionalização do processo de inovação).

Nogareda (2007) diz que a inovação pode ser medida indiretamente (mais comum) ou diretamente. Indicadores indiretos são geralmente diferenciados em medidas de *input e output*, onde indicadores *input* são os esforços colocados na inovação, tais como despesas de P&D e medidas *output* tem como alvo o resultado do processo inovativo, como por exemplo patentes. Tentativas mais recentes de investigação de medidas diretas de inovação foram conduzidas por perguntas à especialistas ou empresas diretamente sobre suas inovações.

Sirili (1998) divide os indicadores de ciência e tecnologia em dois grupos. O primeiro grupo inclui indicadores para os quais uma metodologia estatística foi desenvolvida e os dados são coletados e analisados de acordo com uma metodologia padronizada. São eles: estatísticas em pesquisa e desenvolvimento (P&D), as estatísticas de patentes, pesquisas de inovação, o balanço tecnológico de pagamentos, a análise do comércio de produtos com alta tecnologia, bibliometria e indicadores de recursos humanos. O segundo grupo inclui indicadores para os quais metodologias ainda estão em fase de desenvolvimento e os indicadores, quando disponíveis, não podem ser comparados entre países e ao longo do tempo. São eles: indicadores baseados em informações de revistas técnicas, investimento intangível, pesquisas de tecnologias de produção, indicadores no domínio das tecnologias de informação e comunicação, medição de mudança organizacional nas empresas, tecnologia de previsão, as atitudes públicas e compreensão pública da ciência e da tecnologia.

3.2 Indicadores de Eco-inovação

De acordo com Kemp e Arundel (1998), o desenvolvimento de indicadores pode auxiliar o governo na elaboração de políticas públicas para a implementação de programas que podem incentivar o desenvolvimento, a adoção e o uso das inovações ambientais. Além disso, os resultados desses indicadores serão de valor para as empresas como referência para o comportamento ambiental em sua indústria. Os autores citam que existem dois desafios principais no desenvolvimento de indicadores de inovação ambiental. O primeiro desafio é que todos os aspectos da produção podem afetar o meio ambiente: a escolha dos materiais, as características do processo de produção e as características dos produtos fabricados. E complementam que os efeitos ambientais não ocorrem somente durante a fase de produção, mas durante todo o ciclo de vida de um produto. O segundo desafio é que muitas inovações que são benéficas para o ambiente, não são facilmente reconhecíveis como tal. Melhorias ambientais podem ocorrer como um efeito colateral da inovação de processos para reduzir custos ou aumentar a qualidade do produto. Além disso, produtos que podem ser ambientalmente benignos, como a bicicleta, não são vistos como produtos ambientais pelos seus fabricantes. (NAGATSUYU, 2011)

Complementando o que foi exposto acima, em Kemp & Arundel (1998), observa-se que embora exista um grande interesse no meio ambiente e em instrumentos de regulação e econômicos, há pouca bibliografia disponível sobre os indicadores de inovação ambiental. Os autores ainda afirmam que a maior parte do conhecimento sobre inovação ambiental vem da extensa literatura de estudos de casos e de pesquisas que se concentram em gestão, organização e estratégias, porém a desvantagem desses estudos é que, muitas vezes estes se baseiam apenas em algumas empresas, o que levanta problemas sobre generalização e viés de seleção.

Arundel et al (2007) destacam quatro principais categorias de indicadores de inovação ambiental, são elas: os indicadores financeiros coletados pelo governo, patentes, pesquisas de inovação baseadas na definição de inovação do Manual de Oslo (inclui desenvolvimento de inovações *inhouse* e adoção de novas tecnologias de pesquisas externas) e literatura baseada nas técnicas de inovação output. Os autores apontam a importância de um

desses métodos para atender as seguintes metas dos indicadores: a tipologia de inovação ambiental incluindo mudanças de *end-of-pipe* para processos produtivos mais limpos, motivos e motores, efeitos econômicos (que podem ser divididos em custos, o impacto no emprego e em sua qualidade tais como exigências de qualificação) e fontes de conhecimento e impedimento.

A seguir cada categoria de indicadores será mais detalhada conforme a visão dos autores já citados. Indicadores financeiros constituem a primeira categoria, segundo os quais uma medida comum de inovação ambiental é representada pelo valor gasto pela empresa sobre os custos e despesas de redução da poluição. A compensação na redução da poluição pode formar um forte incentivo ao desenvolvimento de inovações ambientais, dados com relação às despesas de P&D para inovações ambientais seriam um importante indicador, mas essa informação é raramente coletada. A segunda categoria, patentes, pode ser usada como um representante para inovações ambientais. Patentes não são medidas diretas de inovação porque muitas patentes não são comercializáveis e muitas inovações não são patenteadas. A literatura sobre patentes sugere fortemente que os custos e despesas para a redução da poluição (PACE) e ambientes de regulação influenciam incentivos privados a investir em inovação ambiental. Esses resultados são relevantes para investigação política sobre as motivações para inovação ambientais bem como seus dirigentes. A análise de patentes seria mais útil, no entanto, se os dados de patentes estivessem diretamente ligados às variáveis ao nível da empresa sobre as motivações, dirigentes, o tipo de inovação ambiental e na origem do conhecimento. (ARUNDEL ET AL, 2007)

Os indicadores de pesquisa de inovação ambiental, segundo os autores, formam a terceira categoria, onde existem duas fontes básicas de indicadores de pesquisa. A primeira delas consiste em pesquisas oficiais de inovação de grande escala que tem uma amostra de milhares de empresas e que são executadas em uma base regular. A segunda fonte consiste de menores pesquisas “*one-off*” por acadêmicos ou agências governamentais, concentrando-se geralmente em uma região limitada ou conjunto de setores. Por fim, a última categoria são as pesquisas de inovação ambiental baseadas na literatura. A literatura baseada no método *output* de inovação pode coletar dados objetivos em inovação ambiental que pode potencialmente cobrir todas as quatro principais áreas políticas, especialmente se o método for combinado com uma pequena pesquisa para obter dados adicionais.

Andersen (2005) fez um trabalho mais aprofundado sobre indicadores de inovação ambiental e, primeiramente, iniciou seu estudo definindo três finalidades para os quais os indicadores precisam servir:

- potenciais indicadores de inovação ambiental possuem um poderoso efeito de novidade, colocando uma nova ênfase na capacidade de inovação em vez do estado ambiental. Indicadores que permitam a tendência internacional a nível nacional e regional são importantes para a sinalização política. Esse efeito da sinalização é reforçado se os indicadores de inovação ambiental forem integrados com inovações estatísticas e indicador de trabalho.

- indicadores de inovação ambiental devem ser desenvolvidos para fornecerem o máximo de incentivos para ação ambiental entre os fatores-chaves no sistema inovativo.

- indicadores de inovação ambiental podem fornecer novas perspectivas de análise para o verde da indústria e da economia, então até agora a análise empírica quantitativa da eco-inovação é muito limitada.

Portanto, indicadores de eco-inovação devem abranger atividades de inovação que ocorrem em toda a cadeia produtiva, ou seja, atividades de incubação (capital de risco), competência (investimentos em pesquisa e desenvolvimento, habilidades e educação, desenvolvimento organizacional), saída de inovação (eco-eficiência e análise do setor, patentes, LBIO) e penetração de mercado (quota de mercado, comércio). (ANDERSEN, 2005)

Ainda em Andersen (2005) é possível observar os propósitos que os indicadores de inovação ambiental devem cumprir, ou seja, devem fornecer:

- novos sinais de política: indicadores de inovação ambiental levantam muitas questões e perspectivas em relação à política ambiental tradicional, predominantemente na ligação entre competitividade e desempenho ambiental, ao invés de apontar para as metas ambientais específicas mais urgentes. Aqui a principal questão abordada é a forma de alcançar uma elevada capacidade de inovação em eco-inovação.

- novos incentivos: indicadores de inovação ambiental refletem o desempenho ambiental de agentes específicos como indivíduos, empresas e outras organizações e nações/regiões, ao passo que a maioria dos indicadores ambientais mede o estado geral do ambiente. Potencialmente, indicadores de inovação ambiental podem fornecer fortes incentivos para a ação ambiental, o que é importante para considerar quando se seleciona esses indicadores.

- novas percepções (*insights*): os indicadores de eco-inovação podem contribuir para novos tipos de investigações empíricas da dinâmica de eco-inovação e análises dos sistemas de inovação ambiental, isso pode fornecer novos insights sobre as características e condições específicas dos diferentes sistemas nacionais de inovação.

Como fonte de dados centrais para medir a inovação ambiental, Andersen (2006) cita as patentes (medidas de saída), os investimentos em P&D ambiental (medidas de entrada) e as pesquisas (*surveys*). Estas fontes de dados representam medidas diretas de atividades ambientalmente inovadoras.

Oltra (2008) afirma que a dificuldade de achar indicadores de inovação ambiental é grande, e que estudos quantitativos geralmente usam dados de patente e despesas com P&D como os principais indicadores de inovação ambiental.

No quadro abaixo podem ser identificadas quatro categorias de análise da inovação ambiental, ou seja, a forma como o processo de eco-inovação pode ser medido, destacadas por Arundel e Kemp (2009):

QUADRO 7- Categorias de Análise da Inovação Ambiental

Categorias de análise da inovação ambiental	Indicador da inovação ambiental
Medidas de entrada	Gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), pessoal de P&D e despesas em inovação (incluindo o investimento em ativos intangíveis, tais como despesas de projeto e custos de software e comercialização).
Medidas de saída intermediária	Número de patentes, número e tipos de publicações científicas, etc.
Medidas de saída direta	Número de inovações, descrições das inovações individuais, dados sobre as vendas de novos produtos, etc.
Medidas de impacto indireto	Mudanças na eficiência dos recursos e da produtividade, através da análise de decomposição.

Fonte: Arundel e Kemp (2009)

3.3 Quadro resumo

QUADRO 8 – Resumo dos principais indicadores de inovação ambiental

Autores	Indicadores de Inovação Ambiental
Oltra (2008)	- dados de patente - despesas com P&D
Kemp & Arundel (2009)	- gastos gerais em P&D - patentes e publicações científicas - número de inovações e dados sobre as vendas de novos produtos - mudanças na eficiência dos recursos e da produtividade
Andersen (2005)	- investimento em P&D ambiental - patentes - pesquisas
Arundel, Kemp & Parto (2007)	- indicadores financeiros coletados pelo governo - patentes - pesquisas de inovação baseadas na definição de inovação do Manual de Oslo - literatura baseada nas técnicas de inovação output

Fonte: elaboração própria

3.4 Evidências para o Brasil

Como um primeiro caso pode-se relacionar os dados da PINTEC (2008) com a dissertação de Queiroz (2011).

A Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) tem por objetivo a construção de indicadores setoriais, nacionais e regionais das atividades de inovação tecnológica nas empresas brasileiras, e de indicadores nacionais das atividades de inovação tecnológica nas empresas de serviços selecionados (edição, telecomunicações e informática) e de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), compatíveis com as recomendações internacionais em termos conceitual e metodológico. Por permitir conhecer e acompanhar a evolução destes indicadores no tempo, os resultados da pesquisa poderão ser usados pelas empresas para análise de mercado, pelas associações de classe para estudos sobre desempenho e outras características dos setores investigados, e pelo governo para desenvolver e avaliar políticas nacional e regional.

Como já foi dito anteriormente, Queiroz (2011) destaca a grande dificuldade para se obter indicadores adequados para inovação ambiental em decorrência da sua complexidade de compreensão e mensuração. Para analisar o crescimento do número de firmas que desenvolveu

ou não IA dentro da indústria de transformação, fez-se necessário utilizar as variáveis que estão presentes na PINTEC de 2003, 2005 e 2008 relacionadas às questões ambientais.

É de conhecimento os limites do uso de certos indicadores da PINTEC para captar o processo inovativo e seus efeitos. Como esse processo é sistêmico, amplo e envolve diversos atores, existe uma dificuldade para mensuração dessas informações, pois os indicadores não captam as especificidades da dinâmica inovativa. Essa crítica se torna 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 setorial e regional (CASSIOLATO et al., 2008). Desse modo, a utilização de indicadores “importados” não captam as especificidades locais, regionais e setoriais das atividades inovativas, como as pequenas mudanças nos produtos que podem ter impactos relevantes somente no longo prazo, circulação de conhecimento, etc.

Uma segunda evidência brasileira pode ser encontrada na tese de Lustosa (2002), na qual é apresentado um levantamento de dados das empresas paulistas, que incluiu variáveis sobre o meio ambiente na construção da base de dados primários sobre a indústria. Esse levantamento foi feito com base no ano de 1996, de 2.400 variáveis que permitiram a montagem de indicadores para analisar os processos de reestruturação e seus impactos nos diversos setores da economia do estado de São Paulo. Por meio dessa pesquisa foram feitas perguntas e considerados como indicadores de inovação ambiental para melhorar a competitividade:

1. Realização de investimentos para reduzir problemas ambientais da atividade – substituição de insumos contaminantes. Respostas possíveis: Sim ou Não.
2. Realização de investimentos para reduzir problemas ambientais da atividade – mudanças no processo de produção. Respostas possíveis: Sim ou Não.
3. Realização de investimentos para reduzir problemas ambientais da atividade – reutilização ou tratamento de resíduos. Respostas possíveis: Sim ou Não.
4. Preservação do meio ambiente como fator que levou a empresa a inovar. Respostas possíveis: Indiferente, Pouco importante, Importante, Muito importante e Crucial.

5. Adoção de programas e técnicas para melhoria de métodos produtivos para defesa do meio ambiente. Respostas possíveis: Sim ou Não.

A análise das variáveis consideradas como indicadores de inovação para melhorar a competitividade revelaram que foram também as empresas de inserção internacional as que mais investiram para reduzir problemas ambientais causados por suas atividades produtivas. A inovação para preservação ambiental – seja com motivação para inovação ou pela adoção de programas e técnicas para defesa do meio ambiente – foi mais adotada pelas empresas de inserção internacional. Para estas empresas, portanto, a questão ambiental mostrou-se importante na busca de competitividade. (Lustosa, 2002)

Para encerrar, a tabela abaixo mostra que quanto maior a receita líquida das empresas, mais investimentos direcionados para a inovação são realizados, como reutilização ou tratamento de resíduos, mudanças no processo de produção, substituição de insumos contaminantes e adoção de programas e técnicas para melhoria de métodos produtivos para defesa do meio ambiente.

TABELA 1 – Comportamento das empresas em relação às variáveis consideradas como indicadores de inovação ambiental para melhorar a competitividade, segundo faixa de receita líquida (1996)

	Reut/Tratamento de resíduos	Mudanças no proces. produção	Subst insumos contaminantes	Programas/técnicas melhoria p/ defesa meio ambiente
Faixas de Receita Líquida	Sim	Sim	Sim	Sim
Até 720.000	11,1%	14,6%	9,8%	19,8%
De 720.001 a 1.500.000	18,5%	20,1%	17,1%	31,6%
De 1.500.001 a 3.000.000	21,3%	24,5%	19,8%	40,0%
De 3.000.001 a 6.000.000	32,7%	33,5%	27,2%	44,3%
De 6.000.001 a 12.000.000	41,7%	35,4%	31,8%	47,2%
De 12.000.001 e mais	57,7%	46,3%	40,9%	63,6%
Total de Empresas	16,5%	18,7%	14,1%	26,3%

Fonte: Lustosa (2002) a partir da Fundação SEADE/PAEP

Por meio deste capítulo, observou-se o papel de destaque que se encontra os investimentos em P&D e os gastos com patentes no que se refere aos indicadores de eco-inovação. A falta de um maior número de pesquisas e de indicadores formados também é percebida.

Conclusão

Concluída a revisão bibliográfica proposta neste trabalho, chega-se a conclusão que, por se tratar de um tema relativamente novo, as definições, os determinantes e os indicadores de eco-inovação não apresentam uma forma consensual, pois ao mesmo tempo em que algumas visões de autores se assemelham, outras divergem pontualmente.

Por meio das definições abordadas no primeiro capítulo pode-se colocar, genericamente, que a maioria dos autores definem o termo eco-inovação como a criação ou implementação de novos produtos, processos, serviços ou métodos de marketing que, com ou sem intenção, levam a melhorias ambientais, seja reduzindo o nível de poluição, diminuindo o uso de energia ou degradando menos o meio ambiente. No que se refere ao conceito de tecnologia ambiental e a tipologia das eco-inovações, cada autor possui uma opinião específica, e encontrar um consenso entre todos eles é muito difícil.

Já a discussão sobre os determinantes de inovação ambiental, apresentada no segundo capítulo, embora não seja precisa e de comum acordo, apresenta um maior número de estudos que possibilitam uma grande abrangência. Nesse sentido, por meio dos autores citados, observou-se que as regulações ambientais possuem um papel de destaque, por ser o determinante mais abordado e considerado o de maior eficiência. Porém determinantes que envolvem questões relacionadas ao mercado também são bem reconhecidos, uma vez que atualmente a pressão dos consumidores aumenta cada vez mais e a imagem da empresa como responsável em relação à fatores ambientais são aspectos que diferenciam as empresas. Esses determinantes destacados se confirmam com os resultados dos estudos de casos apresentados, podendo incluir além desses a possível redução de custos como uma potencial motivação para as eco-inovações.

Conforme foi dito durante o trabalho, há pouca bibliografia disponível sobre os indicadores de inovação ambiental, sendo que a maior parte existente vem de estudos de casos e pesquisas, o que levanta problemas sobre generalização e viés de seleção uma vez que são baseados em apenas algumas empresas ou uma região específica.

Os principais autores que apresentaram estudos sobre os indicadores de eco-inovação foram Andersen e Kemp. Além deles, outros autores apontam investimentos em P&D ambientais e despesas com patentes como os principais indicadores de inovação ambiental.

É importante, portanto, que um maior número de estudos e pesquisas sejam realizados a fim de aprimorar ainda mais esses dados sobre como melhorar e o que é eficiente para reduzir os impactos ambientais sem prejudicar a produtividade. Incentivos privados e principalmente dos governos também são fundamentais para o desenvolvimento dessa nova tendência ambiental.

Vale destacar a importância de possibilidades de novas pesquisas, como sistemas de inovação ambiental e também a construção de indicadores de eco-inovação voltados à países em desenvolvimento.

Referências Bibliográficas:

ALMEIDA, L. T. Política ambiental: uma análise econômica. Editora UNESP, 1999.

ANDERSEN, M. M. "Eco-innovation indicators". Background Paper for the Workshop on Eco-innovation Indicators. EEA Copenhagen, september, 2005.

_____. "An Innovation System approach to Eco-innovation – Aligning policy rationales". The Greening of Policies – Interlinkages and Policy Integration Conference. Berlin, Germany, December, 2004

ANSANELLI, S. L. M. Eco-indústria: oportunidades econômicas de proteção ambiental. Revista Visões 5ª Edição, nº5, volume 1, julho/dezembro 2008.

ARUNDEL, A.; KEMP, R.; PARTO, S. Indicators for Environmental Innovation: What and How to Measure, in: Dora Marinova, David Annandale and John Phillimore (eds.), *International Handbook on Environment and Technology Management (ETM)*, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 324-339, 2007

BOGOTÁ, manual. Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Março, 2001.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, v. 11, n. 3, 1982.

FERRAZ, C. & SEROA DA MOTA, R. (2001). *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.

FOXON, T.; ANDERSEN, M. M. The greening of innovation systems for eco-innovation - towards an evolutionary climate mitigation policy. In: DRUID Summer Conference - Innovation, Strategy and Knowledge, jun. 2009, Copenhagen.

HORBACH, J.; RAMMER, C.; RENNINGS, K. "Determinants of eco-innovations by type of environmental impact. The role of regulatory push/pull, technology push and market pull," ZEW Discussion Papers 11-027, ZEW / Center for European Economic Research. 2011.

HOWES, Rupert, SKEA, Jim e WHELAN, Bob (1997). *Clean and Competitive? Motivating environmental performance in industry*. Londres: Earthscan.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Industrial Inovação Tecnológica- (PINTEC-2005), 2007.

KEMP, R.; ARUNDEL, A. "Survey indicators for environmental innovation". IDEA Paper, number 8, 1998.

KEMP, R.; FOXON, T. Typology of eco-innovation. In: MEI project: Measuring Eco-innovation. European Commission, ago. 2007.

KEMP, R; SMITH, K; BECHER, G. How should we study the relationship between environmental regulation and innovation? In: European Commission JRC-IPTS and Enterprise DG. The impact of EU regulation on innovation of European Industry, May, 2000.

KEMP, R; SOETE, L. Inside the “green box”: on the economics of technological change and the environment. In: FREEMAN, C.; SOETE, L. (eds.) New explorations in the economics of technological change. Pinter Publishes, London & New York, 1990.

_____. The Greening of Technological Progress: an evolutionary perspective. *Futures* 24(5):437-457. 1992.

KUMAR, N. Technology generation and technology transfers in the world economy: recent trends and implications for developing countries. Discussion Papers Series, INTECH – The United Nations University, september, 1997.

LUSTOSA, M. C. Inovação e meio ambiente no enfoque evolucionista: o caso das empresas paulistas. Anais do XXVII Encontro Nacional da Anpec – Belém, dez/1999.

_____. Meio Ambiente, inovação e competitividade na industria brasileira: a cadeia produtiva do petróleo. Tese de doutorado. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2002.

_____. J. Inovação e tecnologia para uma economia verde: questões fundamentais. *Economia Verde: desafios e oportunidades*, n.8, junho/2011

LUSTOSA, M. C. J; CÁNEPA, E. M; YOUNG, C. E. F. Política ambiental. *Economia do meio ambiente, teoria e prática*, Editora Elsevier, 2010.

MAZZANTI, M; ZOBOLI, R. Examining the factors influencing environmental innovations. Working Papers, 2006.

MEDHURST, J. Macro-economic aspects of environmental policies and competitiveness: environmental costs and industry competitiveness. In: OCDE. *Environmental Policies and Industrial Competitiveness*. Paris:OCDE, 1993.

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. An evolutionary theory of economic change. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

OECD. OECD Studies on environmental innovation: better policies to support eco-innovation, 2011.

OLIVEIRA, C. A. A.; CARVALHO, F. P.; DUTRA, H. D. Eco-inovações em empresas brasileiras: determinantes e resultados. XXVII Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. Salvador-BA, novembro, 2012.

OLTRA, V. Environmental innovation and industrial dynamics: the contributions of evolutionary economics. 1º DIME Scientific Conference, 7-9 April, 2008, BETA, University Louis Pasteur, France.

OLTRA, V.; JEAN, M. S. Sectorial systems of environmental innovation: an application to the French automotive industry. *Technological Forecasting & Social Change* 76, p. 567-583 2009.

OSLO manual (2005). *Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. 3rd. ed. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development - OECD: Statistical Office of the European Communities - Eurostat, 2005.

PRATES, T.; SERRA, M. Sistemas regionais de inovação em tecnologias ambientais: a experiência de North-Rhine Westphalia, Alemanha. *Economia & Tecnologia*, ano 2, v. 7, outubro de 2006.

PRESTON, John T. (1997). Technology innovation and environmental progress. In: CHERTOW, M. R. e ESTY, D. C. . *Thinking Ecologically – the next generation of environmental policy*. Londres: Yale Univ. Press.

PORTER, M. E.; van der LINDE, C. Towards a new conception of the environment – competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*. Volume 9, number 4, 1995.

_____. Verde e competitivo: acabando com o impasse. In: PORTER, M. E. “Competição = on competition: estratégias competitivas essenciais”. Campus, Rio de Janeiro, 1999.

QUEIROZ, J. M. Determinantes da inovação ambiental: uma análise das estratégias das firmas da indústria de transformação brasileira, 2011. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

RENNINGS, Klaus. Towards a Theory and Policy of Eco-Innovation, Neoclassical and (Co-) Evolutionary Perspectives. ZEW Discussion Papers 98-24, ZEW / Center for European Economic Research. 1998.

SCHUMPETER, A Joseph. Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SHRIVASTAVA, P. Environmental technologies and competitive advantage. *Strategic Management Journal*, Vol. 16, 183-200, 1995.

TIGRE, Paulo B. (coord.) (1994). *Tecnologia e meio ambiente: oportunidades para a indústria*. Rio de Janeiro: UFRJ.

ZIEGLER, A.; RENNINGS, K. Determinants of Environmental Innovations in Germany: Do Organizational Measures Matter? A Discrete Choice Analysis at the Firm Level. Centre for European Economic Research (ZEW), Department of Environmental and Resource Economics, Environmental Management, april, 2004.