

**OLIVAN DA SILVA RABÊLO**

**ECOINOVAÇÃO: principais condutores e performance das empresas  
industriais brasileiras.**

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Tatiane Almeida de Menezes

Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andrea Sales Soares de Azevedo Melo

Recife-PE

2015

**OLIVAN DA SILVA RABÊLO**

**ECOINOVAÇÃO: principais condutores e performance das empresas  
industriais brasileiras.**

Tese apresentada ao PIMES - Doutorado Interinstitucional (Dinter) em Economia UFPE/UFMT, sob orientação da Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Tatiane Almeida de Menezes como requisito para a obtenção do grau de Doutor pela Universidade Federal de Pernambuco.  
Co-orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Andrea Sales Soares de Azevedo Melo

Recife-PE

2015

Catálogo na Fonte

Bibliotecária Ângela de Fátima Correia Simões, CRB4-773

114e Rabêlo, Oliven da Silva

Ecoinovação: principais condutores e performance das empresas industriais brasileiras / Oliven da Silva Rabêlo. - Recife: O Autor, 2015.

77 folhas : il. 30 cm.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tatiane Almeida de Menezes e Co-orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Sales Soares de Azevedo Melo.

Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, 2015.

Inclui referências e apêndices.

1. Organização industrial. 2. Econometria. 3. Cooperação. I. Menezes, Tatiane Almeida de (Orientadora). II. Melo, Andrea Sales Soares de Azevedo (Co-Orientadora). II. Título.

334.6 CDD (22.ed.)

UFPE (CSA 2015 – 134)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA  
PIMES/PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

PARECER DA COMISSÃO AVALIADORA DE DEFESA DE TESE DO DOUTORADO  
EM ECONOMIA DE:

**OLIVAN DA SILVA RABÊLO**

A Comissão Examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o Candidato Olivan da Silva Rabêlo **APROVADO**.

Recife, 27/11/15.

Tatiane Almeida de Menezes  
(PIMES / UFPE)

Andrea Sales Soares de Azevedo Melo  
(PIMES / UFPE)

Alexandre Stamford da Silva  
(PIMES / UFPE)

José Lamartine Távora Júnior  
(PIMES/UFPE)

Abraham Benzaquén Sicsú  
(PPGEP /UFPE)

Arturo Alejandro Zavala  
(Faculdade de Economia/UFMT)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela dádiva da vida e bênçãos concedidas;

Aos meus pais Adacy S. Rabêlo e Arivaldo M. Rabêlo e minha filha Lara C. Rabêlo pela paciência e inspiração;

À professora Andrea Sales Soares de Azevedo Melo por acreditar na viabilidade desta pesquisa e pelas valiosas orientações;

À professora Tatiane Almeida de Menezes por ter acolhido o trabalho, proporcionando significativas orientações;

Aos professores e coordenadores do DINTER UFMT/UFPE que dedicaram o seu tempo para compartilhar conhecimentos;

À Ivana Guimarães e Rosana Guimarães que prestaram importantes contribuições no início do doutorado;

Aos colegas Renato Neder, Paulo Henrique da Silva dos Santos, Elizeu Albuês pelo importante apoio em diversas etapas desta pesquisa;

Ao professor Arturo Alejandro Zavala pela dedicação incondicional na coordenação operacional do DINTER UFMT/UFPE;

Aos colegas do DINTER, em especial Feliciano Lhanos Azuaga, Fábio N. Nishimura, Anderson Gheller Froehlich e Cleiton Franco pelo suporte no processamento dos dados na Sala de Sigilo.

Aos técnicos do Centro de Documentação e Disseminação de Informação do IBGE (Sala de Sigilo), em especial a Carlos José Lessa de Vasconcellos e Luis Carlos F. Pinto.

Aos estatísticos do IPEA Glaucia Estafânia de Sousa Ferreira e Leandro Justino Pereira Veloso pelo suporte estatístico na Sala de Sigilo do CDDI/IBGE;

Aos colegas do Escritório de Inovação Tecnológica da UFMT, especialmente os professores Josiel Maimone de Figueiredo e João Carlos S. Maia pelas discussões sobre inovação e parceria nos projetos de pesquisa e de extensão;

À Universidade Federal de Mato Grosso e Universidade Federal de Pernambuco por apostarem na qualificação docente, em especial aos colegas do Departamento de Administração da Faculdade de Administração e Ciências Contábeis;

Ao grupo Koinonia pelos momentos de comunhão e de reflexão com atitude positiva focada nesta pesquisa;

Às secretárias do PIMES/UFPE Maria Luiza Castro Nunes Pereira e Jackeline dos Santos Costa Ferreira pelo profissionalismo e agilidade.

## RESUMO

Inovação e sustentabilidade são consideradas fundamentais no posicionamento das empresas, notadamente nas indústrias. A conexão entre os dois conceitos, configura-se no que é denominado de ecoinovação. Esta tese apresenta 03 ensaios empíricos sobre o assunto: analisa as relações entre os principais condutores das ecoinovações técnicas (produto/processo) introduzidas pelas indústrias inovadoras, com foco na estratégia da cooperação (Ensaio 01); estima o impacto da ecoinovação técnica na performance das empresas, em termos de percentual de participação dos produtos inovadores nas vendas líquidas (Ensaio 02); e analisa a relação entre a ecoinovação organizacional e o investimento em inovação nas indústrias inovadoras do Brasil (Ensaio 03). Os ensaios foram compostos por amostras representativas das empresas industriais brasileiras no período de 2003 a 2011, baseadas nos dados da Pesquisa de Inovação – PINTEC (IBGE). No primeiro ensaio, a ecoinovação técnica é analisada adotando-se uma estratégia de identificação multidimensional, com perspectivas de obter resultados em 04 dimensões distintas, aplicando-se os Modelos Logit Multinomial e Ordenado. Como teste de robustez recorreu-se ao Modelo Logit, contornando as limitações dos microdados utilizados. No segundo ensaio, a performance da ecoinovação técnica foi mensurada através da participação percentual dos produtos inovadores nas vendas líquidas, e o impacto da ecoinovação sobre esta medida de performance foi estimado com os Modelos Diferença em Diferenças (DD) e *Propensity Score Matching*, permitindo contornar problemas com variáveis não observáveis e constantes no tempo, bem como as variáveis observáveis reduzindo viés de seleção. As estimações do ensaio 03 foram realizadas inicialmente através de *OLS Pooled* e dados em Painel (Efeito Fixo e Aleatório), objetivando também contornar efeitos das variáveis não observadas e constantes no tempo. A literatura que discute as inovações ambientais se diferencia das demais inovações, buscando conhecer seus determinantes, e evidenciando, em sua maioria, a relevância da regulamentação ambiental. Este trabalho se caracteriza especificamente por atribuir relevância diferenciada à estratégia de cooperação com parceiros externos na propensão da indústria inovadora de introduzir a ecoinovação. Também se diferencia pela estratégia de identificação da variável de interesse de forma multidimensional, além da abordagem metodológica aplicada que permite controlar as variáveis observáveis e não observáveis, com objetivo de reduzir o viés, como as estimações implementadas nos ensaios 02 e 03 (apenas não observáveis). Os resultados econométricos estimados sugerem que a cooperação com parceiros externos praticada pelas indústrias inovadoras é facilitadora para que elas adotem a ecoinovação e que as indústrias inovadoras que adotaram a ecoinovação (técnica e organizacional) possuem performance melhor do que as que não incluíram a estratégia ecoinovadora.

**Palavras chave:** Organização Industrial, Ecoinovação, Redes de Cooperação, Performance e Econometria .

## ***ABSTRACT***

Innovation and sustainability are considered fundamental in positioning the companies, especially in industries. The connection between the two concepts, is configured in what is known as eco-innovation. This thesis presents 03 empirical studies on the subject: analyzes the relationship between the main drivers of eco-innovations technical (product / process) introduced the innovative industries, focusing on cooperation strategy (test 01); estimates the impact of eco-innovation in the technical performance of the companies in terms of percentage share of innovative products in net sales (test 02); and analyzes the relationship between organizational eco-innovation and investment in innovation in innovative industries of Brazil (test 03). The tests were composed of representative samples of Brazilian industrial companies in the period 2003-2011, based on Innovation Survey data - PINTEC (IBGE). In the first test, the technical eco-innovation is analyzed by adopting a multidimensional identification strategy with prospects to get results in 04 different dimensions, applying the logit models Multinomial and Orderly. As a robustness test appealed to the logit model, bypassing the limitations of used microdata. In the second trial, the performance of the technical eco-innovation was measured by the percentage share of innovative products in net sales, and the impact of eco-innovation on this measure of performance was estimated with the difference models in differences (DD) and propensity score matching, allowing around problems with non-observable variable and constant in time as well as reducing the observable variable selection bias. Estimates of test 03 were made initially through OLS Pooled and data Panel (Fixed and Random Effect), aiming to circumvent the variable effects observed and constant in time. The literature that discusses environmental innovations differs from other innovations, seeking to know its determinants, and showing, in most cases, the relevance of environmental regulations. This work is specifically characterized by assigning differentiated relevant to the strategy for cooperation with external partners in the propensity of industry to introduce innovative eco-innovation. Also differs by variable identification strategy of interest in a multidimensional way, beyond the methodological approach applied to watch out for observable and unobservable variables, in order to reduce bias, as the estimates implemented in test 02 and 03 (only unobservable ). The estimated econometric results suggest that cooperation with external partners practiced by innovative industries is a facilitator for them to adopt eco-innovation and innovative industries that have adopted eco-innovation (technical and organizational) have better performance than those not included innovative eco strategy.

*Keywords:* Industrial organization, Eco-Innovation, Cooperation Networks, Performance and Econometrics.

## LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** - Variáveis explicativas – condutores da ecoinovação técnica.....34
- Quadro 2** - Variáveis explicativas – performance da ecoinovação técnica.....46
- Quadro 3** - Variáveis de controle – performance da ecoinovação organizacional..60

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Setores Industriais e % de participação em relação ao total da amostra .....	29
<b>Tabela 2</b> - Distribuição % da amostra das indústrias por Região do Brasil.....	30
<b>Tabela 3</b> - Definição das variáveis dependentes daecoinovação técnica, número de observações e percentual de participação por dimensão de ecoinovação.....	31
<b>Tabela 4</b> - Estatística Descritiva – Variáveis explicativas dos condutores da ecoinovação técnica.....	35
<b>Tabela 5</b> - Propensão dos condutores da ecoinovação técnica entre as indústrias inovadoras brasileiras, considerando as estratégias de cooperação.....	39
<b>Tabela 6</b> - Estatística descritiva das indústrias inovadoras.....	52
<b>Tabela 7</b> - Efeito da ecoinovação técnica sobre a performance das indústrias Inovadoras.....	54
<b>Tabela 8</b> - Efeito da ecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras em anos anteriores à 2008.....	55
<b>Tabela 9</b> - Efeito da ecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras estimado através da combinação DD+PSM.....	56
<b>Tabela 10</b> - Efeito da ecoinovação organizacional sobre a performance das indústrias inovadoras.....	64

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	10
2	REVISÃO DA LITERATURA E HIPÓTESES .....	15
2.1	Algumas questões conceituais da ecoinovação .....	15
2.2	Condutores e impactos da ecoinovação: uma revisão da literatura empírica .....	19
2.2.1	Principais condutores da ecoinovação .....	19
2.2.2	Performance das empresas ecoinovadoras .....	21
2.2.3	Ecoinovação organizacional .....	24
3	Estratégias de cooperação e sua relação com a multidimensionalidade da ecoinovação. ....	27
3.1	Estratégia Empírica .....	27
3.1.1	Dados da análise .....	27
3.1.2	Variáveis utilizadas .....	30
3.3	Resultados empíricos .....	36
3.4	Considerações importantes .....	40
4	ECOINOVAÇÃO TÉCNICA AUMENTA A PERFORMANCE DAS INDÚSTRIAS INOVADORAS? .....	43
4.1	Estratégia Empírica .....	43
4.1.1	Dados da análise .....	43
4.2	Técnicas da pesquisa .....	44
4.3	Resultados empíricos .....	49
4.4	Considerações importantes .....	54

5 EFEITOS DA ECOINOVAÇÃO ORGANIZACIONAL MEDIDOS PELO NÍVEL DE INVESTIMENTO EM INOVAÇÃO: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS NAS INDÚSTRIAS INOVADORAS BRASILEIRAS .....	56
5.1 Estratégia Empírica .....	56
5.1.1 Dados da análise.....	56
5.1.1.1 Variáveis explicativas .....	57
5.2 Técnicas da pesquisa.....	58
5.3 Resultados empíricos .....	60
5.4 Considerações importantes.....	62
6 CONCLUSÕES .....	65
REFERÊNCIAS.....	69

## 1 INTRODUÇÃO

Na trajetória dos países que têm desenvolvido os processos econômicos de forma mais dinâmica e competitiva, pode-se observar que a ciência, a tecnologia e a inovação possuem importância significativa no contexto desses processos, possibilitando mudanças de paradigmas. Os principais elementos dessas mudanças são a redução do ciclo de vida dos produtos e serviços e a acelerada competitividade das organizações diante dos mercados em que estão inseridas, em alguns casos atuando inclusive em escala global.

A busca por novas possibilidades de transformar o conhecimento em inovação - e em riqueza, por consequência - envolve hoje inúmeros atores. Não é tarefa apenas de governos, mas do conjunto da sociedade, representada pela academia, setor empresarial, entidades de categorias profissionais, entidades do terceiro setor, entre outros (MCTI/CGEE, 2010). E há de se considerar que as articulações e interrelações entre esses atores se constituem em um fator-chave para a geração de impactos positivos, tendo como elemento norteador a sustentabilidade e a efetivação de incrementos no bem-estar social.

A inovação vem sendo amplamente reconhecida como um dos principais fatores que impactam positivamente a competitividade e o desenvolvimento econômico. Por esse motivo, informações que contribuam para o entendimento de seu processo de geração, difusão e incorporação pelo aparelho produtivo, assim como de condições institucionais que sobre elas exerçam influência, são de vital importância para o desenho, implementação e avaliação de políticas públicas e estratégias privadas (PINTEC, 2013).

Como uma categoria de inovação, a ecoinovação se insere em meio a um desafio ainda maior, uma vez que mesmo a sua definição se encontra ainda pouco consolidada para a maioria dos pesquisadores e comunidade empresarial. Com perspectivas de encontrar alternativas de soluções para as problemáticas ambientais contemporâneas, a ecoinovação se caracteriza principalmente por incorporar melhorias contínuas nos processos técnicos, gerenciais e organizacionais referentes à relação entre as empresas e o ambiente natural.

A adoção da ecoinovação como estratégia nas empresas pode representar um percurso facilitador de implementação de melhorias contínuas e sistêmicas em sua performance,

principalmente na perspectiva da sustentabilidade. Ela pode se revelar como um fator de importância significativa para o desenvolvimento de processos econômicos dinâmicos e competitivos no nível da firma. O seu mérito tem sido destacado por pesquisadores e formuladores de políticas da Comissão Europeia (KEMP, 2009), não só por seu impacto ambiental benéfico, mas também pelo aumento da competitividade prevista nas empresas e países ecoinovadores (ARUNDEL e KEMP, 2009, *apud* KESIDEU e DEMIREL, 2012).

Embora existam alguns estudos que examinem a ecoinovação<sup>1</sup>, algumas questões ainda permanecem sem resposta, o que se traduz em motivação e relevância para o presente estudo. Maior parte da pesquisa que tem sido desenvolvida nesta área é baseada em estudos de caso ou concentra-se em poucos setores, como o realizado por Carrillo-Hermosilla; Río e Könnölä (2009). Análises desta natureza, muito embora permitam um aprofundamento nas características do setor, dificultam que conclusões mais gerais possam ser tiradas.

Uma outra questão é que a maioria dos estudos existentes considera as economias desenvolvidas, a exemplo de trabalho feito para as indústrias da Alemanha por Horbach; Rammer; Rennings (2012). Embora seus resultados forneçam descobertas úteis, estas não podem ser extrapoladas sem reservas para países em desenvolvimento. Há características nestes que podem tornar a trajetória e efeitos da ecoinovação mais particular.

Os trabalhos que se concentram na comparação entre países, como discutido em Oliveira (2010), apresentam limitações, pois não contam com um banco de dados que seja plenamente comparável. Este fato limita análises comparativas mais consistentes; e mesmo uma análise por dentro de determinados países, justificando a existência de poucos trabalhos, tanto em nível nacional como internacional, na área de ecoinovação.

No contexto em que o Brasil está envolvido é oportuno que o tema seja parte da agenda da comunidade acadêmica e empresarial, pois a manutenção da competitividade da economia do País, em que há uma forte disputa comercial no plano nacional e internacional, está diretamente associada à adoção das inovações. Ao mesmo tempo, a diversificação de sua economia, pelo fortalecimento de sua base industrial dependerá, a fim de alcançar padrões mínimos de competitividade, da permanente incorporação de novas tecnologias. Na verdade, pode-se dizer que a construção de um novo padrão de desenvolvimento sustentável no Brasil demanda uma maior centralidade da política de desenvolvimento científico, tecnológico e de

---

<sup>1</sup> Kato; Gobara e Rossoni (2008); Triguero; Moreno-Mondéjar e Davia (2013), por exemplo.

inovação (ENCTI/MCTI, 2011).

Todavia, como campo de investigação científica, com informações sistematizadas e potencial de auxiliar tanto a política pública quanto a estratégia privada, ainda é pouco discutida no Brasil. Esta tese busca, assim, apresentar alternativas de soluções para alguns desses problemas encontrados na literatura, respondendo a três questões-chave relacionadas àecoinovação nas indústrias brasileiras: 01. As estratégias estabelecidas no âmbito da cooperação para inovação são facilitadoras da adoção da ecoinovação? 02. Quais são os efeitos da adoção da ecoinovação sobre a performance da firma? 03. Qual a influência das inovações ambientais organizacionais sobre o volume de investimento em inovação?

Buscando responder a estas perguntas, este trabalho tem como objetivo investigar sobre os condutores da ecoinovação e a performance das firmas ecoinovadoras no contexto das indústrias extrativistas e de transformação do Brasil, no período de 2005 a 2011. Neste sentido, buscou: levantar as estratégias ecoinovadoras adotadas pelas empresas industriais brasileiras; traçar o perfil dessas empresas; averiguar quais são os condutores da ecoinovação no Brasil, constatando as suas interações no contexto das empresas; e relacionar a adoção da estratégia de ecoinovação com a performance das empresas, medida pela participação dos produtos inovadores nas vendas líquidas e pelo volume de investimento em inovação no contexto da ecoinovação organizacional.

O conceito de ecoinovação utilizado nesta tese contempla duas vertentes. A primeira refere-se à Ecoinovação Técnica, entendida como as atividades de inovação adotadas em produtos e/ou processos, na perspectiva de racionalização do uso dos insumos. A segunda é a chamada Ecoinovação Organizacional, que é a adoção de novas técnicas de gestão ambiental compreendendo o tratamento de efluentes, redução de resíduos, de CO<sub>2</sub>, dentre outros. Ambas as inovações visam a conservação dos recursos ambientais, mas cada uma com foco em uma diferente função do meio ambiente. A Ecoinovação Técnica atua diminuindo o impacto sobre o meio ambiente como ofertante do recurso natural; e a este respeito a indústria necessita compreender a natureza do recurso que usa, considerando a sua taxa de renovação. A Ecoinovação Organizacional, por sua vez, atua diminuindo o impacto sobre o meio ambiente como receptor dos dejetos da atividade humana. Sobre isso há a necessidade de compreensão da relação entre o dejetos gerado e a capacidade do ambiente de recompô-lo dentro de padrões humanos suportáveis do ponto de vista da saúde e da convivialidade<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Para questões sobre as funções do meio ambiente ver Melo (2005).

Empiricamente este trabalho se baseia no banco de microdados da Pesquisa de Inovação - PINTEC, considerando-se as publicações dos anos de 2005, 2008 e 2011, esta última mais recentemente disponibilizada. Os microdados da PINTEC são protegidos pelo direito autoral brasileiro, nos termos da Lei nº 9.610 de 19 de fevereiro de 1998, da sua regulamentação e por tratados internacionais. Por este motivo, são diversas as limitações a que se submetem os trabalhos que nele se baseiam. Em primeiro lugar, eles só estão disponíveis, após aprovação de projeto enviado para este fim, na Sala de Sigilo do Centro de Documentação e Disseminação de Informações (CDDI) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no Rio de Janeiro, de forma que todas as estimações têm que ser feitas no local. Além disso, significa que a base de microdados possui algumas restrições no seu uso, como por exemplo, o nível de desagregação a que está sujeito o trabalho, pois não se pode analisar um setor com um número de firmas menor do que três; isso para que as mesmas não sejam identificadas. Bem como, estatísticas descritivas do tipo valores mínimos e máximos também não são permitidas.

Para avaliar os condutores da ecoinovação<sup>3</sup>, com foco na cooperação, foram utilizados os modelos Logit Multinomial, Logit Ordenado e Logit Binomial, este último para efeito de teste de robustez do modelo. Relativamente à literatura sobre o tema, este estudo contribui com inovações para a literatura empírica internacional de ecoinovação de diferentes formas. A primeira foi a estratégia de identificação da ecoinovação, realizada em multidimensões, especificamente quatro dimensões, o que levou ao uso dos modelos multinomial e ordenado, já citados. Realizada desta forma, comparativamente as binômias realizadas pela literatura, foi possível observar que quanto maior o grau de complexidade da ecoinovação, mais as indústrias buscam realizar cooperação com parceiros externos. Em segundo lugar, este trabalho avança quando distingue as indústrias ecoinovadoras no universo das indústrias inovadoras, até então esta análise era feita no universo das indústrias em geral. Em terceiro lugar, foram introduzidas variáveis de controle da gestão das firmas, dentre outras, com perspectivas de monitorar os seus efeitos. Estas duas últimas inserções são extremamente importantes porque permitem minimizar não só o viés de seleção da amostra baseado em características socioeconômicas observáveis, mas também o viés provocado por variáveis não observáveis do perfil do gestor que poderiam contribuir com a adoção inovação e da ecoinovação. Por fim, relativamente às discussões sobre as indústrias brasileiras<sup>4</sup>, este trabalho traz a contribuição, além daquelas já citadas, por incorporar a PINTEC 2011 e por considerar as redes de cooperação para inovação

---

<sup>3</sup> São os determinantes que potencializam às indústrias inovadoras a serem definidas como ecoinovadoras.

<sup>4</sup> Relativamente a Lucchesi (2013).

na análise.

Para identificar o impacto da ecoinovação técnica na performance da firma, medida pela participação percentual dos produtos inovadores nas vendas líquidas, foram utilizados os modelos Diferença em Diferenças (DD) e *Propensity Score Matching* (PSM). O uso do DD permitiu controlar os efeitos das variáveis não observáveis que são constantes ao longo do tempo, a exemplo do perfil empreendedor dos gestores; enquanto o uso do PSM permitiu controlar as características observáveis. O uso destas metodologias representa significativa evolução na análise realizada até o momento, tanto na literatura nacional como internacional. Além disso, todas as inovações realizadas no ensaio anterior, em termos de variáveis explicativas e universo amostral se mantêm para este ensaio e se configuram como importantes contribuições do trabalho.

Para identificar a influência da adoção da ecoinovação organizacional sobre o volume de investimento em inovação, foram utilizados modelos de dados em painel com Efeito Fixo e Aleatório. Toda a estratégia empírica relativa a esta parte do trabalho corresponde a um avanço relativo aos trabalhos anteriores; primeiro em relação à literatura internacional pelo uso dos estimadores de dados em painel de efeito fixo e aleatório, que criam a possibilidade de contornar as variáveis não observáveis e constantes ao longo do tempo, reduzindo o seu viés. Segundo relativo à literatura nacional que ainda não havia investigado a relação da performance de investimento em inovação das firmas que adotaram a ecoinovação organizacional, visto que a literatura brasileira trata o esforço inovador como o investimento em P&D (ver ARAÚJO, 2004). O trabalho traz uma abordagem analítica sobre as indústrias inovadoras que adotam a ecoinovação organizacional tem uma performance maior vis à vis as que não adotam considerando os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento. Isso sugere que a performance de investimento em inovação deste grupo de firmas ocorre em grau mais elevado comparado com as indústrias apenas inovadoras.

O segundo capítulo faz uma revisão da literatura mais recente sobre o assunto, cabendo neste capítulo a cada uma de suas seções atenção especial para cada um dos ensaios. Os capítulos 3, 4 e 5 apresentam a estratégia empírica, os resultados, e algumas considerações importantes, dos três ensaios já relatados, respectivamente. E finalmente são apresentadas conclusões relativas aos três ensaios de uma forma geral.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA E HIPÓTESES

Os países em estágios mais avançados de industrialização têm implementado estratégias de descobertas científicas e tecnológicas em seus produtos e processos produtivos. Neste contexto, a inovação emerge como fator catalisador para manter e aumentar os níveis de competitividade das organizações, através da inserção e/ou aprimoramento de novos produtos, processos, modelo de negócios e marketing. Assim, cada país tem buscado criar e melhorar continuamente o seu próprio sistema nacional de inovação, que tem como perspectiva a integração de diversos atores tais como: governos, universidades, empresas privadas, institutos de pesquisas, organizações sem fins lucrativos, etc.

As subseções seguintes trazem, respectivamente: uma breve contextualização sobre a sistematicidade da abordagem da inovação e as questões que estão no contexto da definição daecoinovação; uma revisão da literatura empírica sobre os principais condutores da ecoinovação; os impactos da sua adoção na performance das indústrias; e, finalmente, uma breve abordagem da ecoinovação organizacional.

### 2.1 Algumas questões conceituais da ecoinovação

As discussões iniciais sobre inovação foram fomentadas por Schumpeter, no princípio do século XX, ao atribuir a ela um importante papel para a concorrência nas economias capitalistas. Schumpeter diferenciava invenção de inovação da seguinte forma:

Uma invenção é uma ideia, esboço ou modelo para um novo ou melhorado artefato, produto, processo ou sistema. Uma inovação, no sentido econômico somente é completa quando há uma transação comercial envolvendo uma invenção e assim gerando riqueza (SCHUMPETER, 1988, p.95).

A dinamização econômica recai em um processo inovativo que é conduzido pelo empresário inovador, principal agente das mudanças na economia capitalista. Essa evolução destrói as velhas e cria novas estruturas, o que é denominado na literatura de destruição criativa (ou criadora), sendo este o fato essencial do capitalismo, e o foco principal das estratégias das empresas (PORTUGAL JÚNIOR; FORNAZIER, 2012).

Há a necessidade de desenvolvimento de ambientes capazes de incentivar e fomentar a iniciativa inovadora, que traz em seu bojo incertezas inerentes ao seu processo, conforme destaca Freeman (1994). Este ambiente deve se pautar, principalmente, pela criatividade

retocada pela originalidade em contextos muitas vezes desprovidos de padrões anteriores.

O ambiente inovativo é um elemento que propicia a implementação da inovação porque cria determinadas capilaridades que facilitam o processo inovador, pois nem sempre as capacidades inovativas das empresas são suficientes para a implementação da inovação. Ou seja, é necessário ir além das fronteiras organizacionais para que o processo de inovação seja efetivado, porque mesmo que as firmas sejam capazes de inovar, há outros fatores que influenciam tanto na decisão de realizar esforços inovadores quanto na possibilidade da inovação ser bem-sucedida. Entre os diversos fatores pode-se citar as oportunidades tecnológicas de cada setor e os incentivos econômicos que induzem à exploração de tais oportunidades, como condições de apropriabilidade e condições de mercado (PORTUGAL JÚNIOR e FORNAZIER, 2012, p.21).

A mobilização do progresso técnico e a capacidade de tornar endógenos os processos de inovação são consideradas as principais determinantes da dinâmica de acumulação capitalista e de seu desenvolvimento. Os avanços (produtivos, tecnológicos, organizacionais, institucionais, etc.) resultantes de processos inovativos são tidos, assim, como fatores básicos na formação dos padrões de transformação da economia, bem como de seu desenvolvimento de longo prazo (CASSIOLATO e LASTRES, 2014, p.384). Neste sentido, a criação de estruturas sistemicamente integradas pode ser um fator-chave para que a inovação possa ser concretizada.

Na abordagem neoshumpeteriana, a ideia inicial do empresário solitário trazendo inovações para os mercados foi substituída por uma imagem permeada de diferentes atores. Esses, trabalham juntos em processos iterativos de tentativa e erro para realizar a exploração comercial bem-sucedida de uma ideia nova (ROSENBERG, 1982; TIDD, BESSANT e PAVITT, 2000; LAUSSER e SALTER, 2006). Desta forma, torna-se mais suscetível a ideia de convergência para a formatação de integração entre as organizações em uma configuração sistêmica.

A visão neoshumpeteriana entende a inovação como um processo sistêmico, gerado e sustentado por relações interfirmas e por uma complexa rede de relações interinstitucionais dependentes de seus ambientes sociopolíticos-institucionais. Portanto, o impulso ao desenvolvimento, produzido pela introdução e difusão de novas tecnologias, é considerado resultado de trajetórias que são cumulativas e construídas historicamente, de acordo com as especificidades inerentes a um determinado país, região e atividade produtiva. (CASSIOLATO e LASTRES, 2014, p.390).

A inovação encontra muitos obstáculos quando implementada de forma intrafirma, ou seja, num modelo fechado, no qual pesquisa e desenvolvimento são realizados totalmente no ambiente interno das empresas (CHESBROUGH, 2003). Em contrapartida, a inovação aberta, entendida como um novo paradigma de inovação entende que as ideias de valor podem advir do ambiente interno ou externo da empresa, bem como podem voltar para o mercado a partir de dentro ou fora da empresa (CHESBROUGH, 2003). Nesta direção, Laursen e Salter (2006) descrevem como o uso de novos modelos de inovação implementados em muitas empresas inovadoras mudaram a forma como elas buscam novas ideias, adotando uma pesquisa aberta, que envolve o uso de uma ampla gama de atores externos e fontes para alcançar e sustentar a inovação.

A premissa básica da abordagem sistêmica da inovação é a de que o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como essas instituições interagem entre si e com vários outros atores. Além disso, depende de como as instituições, incluindo as políticas, afetam o desenvolvimento dos sistemas. Entende-se, desse modo, que os processos de inovação que têm lugar no nível da firma são, em geral, gerados e sustentados por suas relações com outras organizações (CASSIOLATO e LASTRES, 2014, p.391).

Este ambiente colaborativo torna-se, portanto, um fator de alta relevância para a implementação da inovação em uma perspectiva de racionalização dos recursos organizacionais, no sentido de compartilhamento de infraestrutura de P&D<sup>5</sup>; interrelações entre as instituições; e gestão do conhecimento gerado no processo inovativo, no sentido de redução dos riscos inerentes ao processo de inovar. Como resultado tem-se um melhor desempenho na implementação das atividades inovativas.

O conceito de ecoinovação emerge das discussões que relacionam inovação e sustentabilidade em uma perspectiva de reduzir os danos ambientais causados pelas externalidades negativas das empresas. Compreender os fatores que influenciam o desenvolvimento e a adoção de inovações ambientais pelas empresas é cada vez mais relevante para integrar melhorias ambientais ao crescimento da produção industrial na perspectiva da sustentabilidade.

Atribui-se a Fussler e James (1996) as abordagens iniciais sobre ecoinovação, trazendo em sua definição a concepção de novos produtos e processos que proporcionem valor aos clientes e negócios, juntamente a uma redução nos impactos ambientais. Beise e Rennings

---

<sup>5</sup> Pesquisa e Desenvolvimento.

(2005, p.06) de forma mais detalhada definem ecoinovação como “processos novos ou modificados, técnicas, práticas, sistemas e produtos para evitar ou reduzir os danos ambientais”.

De Marchi (2011, p.615), analisando a definição anterior, acrescenta que ela contempla:

Todas as mudanças no portfólio de produtos ou nos processos de produção, os quais buscam metas de sustentabilidade, como a gestão de resíduos, eco-eficiência, redução das emissões, reciclagem, eco-design ou qualquer outra ação implementada pelas empresas para reduzir a sua pegada ambiental<sup>6</sup>. Vale a pena notar que esta definição é baseada no efeito das atividades de inovação independente da intenção inicial e inclui melhorias incrementais e radicais.

Kemp e Pearson (2008, p.07) definem da seguinte forma:

[...] a produção, a aplicação ou a exploração de um bem, serviço, processo produtivo, estrutura organizacional ou método de gestão de negócios que é novo para empresa ou usuário e que resulta, ao longo do seu ciclo de vida, na redução de risco ambiental, da poluição e os impactos negativos do uso de recursos (incluindo o uso de energia) em comparação com alternativas relevantes.

Estes últimos autores consideram como fundamentais três características contidas no conceito. Primeiro o fato de ser baseado em uma visão objetiva de inovação (ou seja, a inovação tem de ser nova para a empresa); depois a ênfase em resultados, em contraste com a motivação; e, finalmente o fato da definição requerer inovações ambientalmente benéficas, em comparação com relevantes alternativas convencionais, ou seja, inovações que não são ecoinovações.

Essa definição assegura que a ecoinovação tem efeitos reais sobre os impactos ambientais das empresas. Ressalta-se que este conceito é um desdobramento da definição de inovação do Manual de OSLO (2005, p.54), em que a inovação é definida como a introdução de um produto novo ou significativamente melhorado (bem ou serviço), processo, método de organização ou marketing, em comparação com as soluções existentes.

No contexto das sociedades contemporâneas, observa-se que os controles da poluição de “fim-de-linha”, direcionados para as empresas, e que norteiam a maior parte das políticas antipoluidoras, têm se mostrado inadequados para atingir os objetivos de longo prazo do meio ambiente. É o mesmo que tentar limpar o que já está sujo, ou seja, despoluir depois que os efeitos da poluição já foram realizados. Afastando-se desta lógica, há a necessidade de se obter uma perspectiva de magnitude mais ampla para avaliar os impactos proporcionados pela produção e consumo, em que as organizações se transformem através da adoção de práticas sustentáveis das suas atividades. Diante disso, a ecologia industrial é definida como uma

---

<sup>6</sup> Considerada um indicador de sustentabilidade, ver SANTOS, XAVIER e PEIXOTO, 2008

abordagem multidisciplinar de sistemas relacionados com os fluxos de materiais e energia entre os processos industriais e o ambiente (GARNER e KEOLEIAN, 1995; ERKMAN, 1997).

A abordagem sistêmica também é considerada neste conceito, uma vez que prevê a integração dos sistemas ecológicos aos sistemas industriais. Também abrange em seu escopo conceitual os fluxos de materiais ou otimização de produto (avaliação do ciclo de vida dos produtos), significando o uso eficiente de materiais e de energia na produção. Neste sentido, os argumentos definidores da ecologia industrial estão diretamente relacionados ao conceito de desenvolvimento sustentável, primordialmente a economia da sustentabilidade discutida no trabalho de Ayres (2008).

Nesta perspectiva, o conceito deecoinovação técnica que direciona este trabalho é entendido como qualquer atividade de inovação adotada em produtos e/ou processos, na perspectiva de racionalização do uso dos insumos pelas indústrias inovadoras investigadas. A Ecoinovação Técnica, assim, tem o efeito de diminuição do impacto da indústria sobre o meio ambiente como ofertante do recurso natural.

## **2.2 Condutores e impactos da ecoinovação: uma revisão da literatura empírica**

### **2.2.1 Principais condutores da ecoinovação**

Muitas empresas têm implementado mudanças numa perspectiva voltada para o meio ambiente, as quais impactam diretamente todas as suas áreas: produção, administrativa, logística, vendas, e, até mesmo, a sua cadeia produtiva, incluindo os fornecedores. Tornar a questão ambiental endógena ao processo decisório das empresas impulsiona a busca por atividades inovativas que possibilitam, até certo ponto, a correta convivência entre as atividades econômicas e a preservação dos recursos/serviços ambientais.

O maior desafio a partir deste ponto de vista é gerenciar a produção, distribuição e consumo, utilizando os recursos renováveis dentro de sua capacidade de regeneração e os não-renováveis em conformidade com o seu ciclo de vida e capacidade de absorção do meio ambiente, como alertam van den Bergh, Truffer e Kallis, (2011). Neste cenário as empresas recorrem às inovações ambientais (ecoinovações) com objetivo de reduzir os impactos negativos dos novos (ou significativamente aprimorados) produtos/processos sobre o meio ambiente, contemplando também modelos de negócios e estratégias de marketing.

Na literatura existente sobre os condutores da ecoinovação, há consenso de que essas inovações são geralmente impulsionadas pela rigidez ou não da regulamentação ambiental

existente (HORBACH; RAMMER; RENNINGS, 2012; LUCCHESI, 2013; PODCAMENI e QUEIROZ, 2011). Em estudo realizado nas indústrias do Reino Unido, Kesidou e Demirel (2012) constataram que a rigidez da regulação ambiental afeta a ecoinovação nas empresas menos inovadoras de forma diferente das empresas mais inovadoras.

Outros estudos apontam no papel positivo da redução dos custos como motivação para implantação de tecnologias mais limpas nas empresas (HORBACH, 2008; FRONDEL et al., 2007; CLEFF e RENNINGS, 1999a; CLEFF e RENNINGS, 1999b). Além disso, evidências empíricas encontradas por Podcameni (2007) mostram que as empresas brasileiras que tendem a adotar mais inovações ambientais são empresas de grande porte, controladas por capital estrangeiro e que realizam P&D de forma contínua.

Analisando as micro e pequenas empresas de 27 países europeus quanto aos determinantes da ecoinovação, Triguero, Moreno-Mondéjar e Davia (2013) evidenciaram empiricamente que os diferentes papéis da oferta, da demanda e dos fatores regulatórios, incentivam a adoção de diferentes tipos de ecoinovação (produto, processo e organizacional). Os seus resultados também mostraram que a participação no mercado só tem uma influência positiva significativa em inovações ambientais organizacionais e em produtos, enquanto a redução de custos é o único fator significativo para inovações ambientais em processos.

Em estudo empírico sobre as indústrias da França, Galia, Ingham e Pekovic (2014) usaram duas edições (2004 e 2006) da base de dados do Inquérito Comunitário à Inovação – CIS e encontraram impacto de quatro formas de inovação (produto, processo, organizacional e marketing) e dois tipos de benefícios ambientais (para a empresa e para o usuário final) durante o período investigado. Os resultados indicaram a inovação de produto com nenhum impacto significativo sobre o meio ambiente, enquanto as outras três formas de inovação, processo, organizacional e marketing, apresentaram um impacto positivo e significativo sobre a pegada ecológica da empresa.

As estratégias de redes de cooperação entre as organizações têm sido adotadas com bastante frequência no nível das firmas inovadoras. Neste sentido, Kato, Gobara e Rossoni (2008), analisando a inovação nos setores das indústrias brasileiras<sup>7</sup>, identificaram que setores intensivos em produção tendem a possuir um índice mais significativo de cooperação tecnológica. Em outra pesquisa, Oliveira (2010) comparou evidências estatísticas de empresas brasileiras e de outros 27 países da União Europeia, concluindo que há maior propensão a inovar

---

<sup>7</sup> Utilizando a base de dados da PINTEC 2003.

nas empresas europeias e que há, entre elas, uma maior interação com os demais agentes do Sistema Nacional de Inovação<sup>8</sup>. Esta característica fortemente distinguiria as empresas europeias, em sua dinâmica inovativa, das empresas brasileiras.

O estudo do processo de cooperação e as relações entre universidades, empresas e o governo (tríplice hélice) vem sendo desenvolvido por diversos pesquisadores em todo o mundo, demonstrando que a pesquisa tecnológica através de parcerias se constitui numa tendência mundial (ETZKOWITZ e LEYDESDORFF, 1996,1997, 1998 e 2001). Deste modo, muito se tem discutido acerca das questões dificultadoras e facilitadoras da cooperação, dos processos de transferência de conhecimento, resultados e de outros aspectos cruciais para o desenvolvimento do processo (COLARES *et. al.*, 2010).

Ding e Jianmu (2015) investigaram 288 empresas da cidade de Wuhan na China e revelaram que tanto a força institucional/partes interessadas quanto a força organizacional são facilitadores significativos para a empresa adotar inovações ambientais. Concluíram também que a empresa deve preparar-se em termos de capacidade tecnológica, redes sociais e/ou científicas, base de recursos e especificidade para melhor adotar a ecoinovação.

Cai e Zhou (2014) também verificaram empiricamente os principais fatores que influenciam a adoção de ecoinovação em empresas chinesas, a partir de uma amostra formada por 1.266 indústrias localizadas no sudeste do País. Dentre as estimativas resultantes, os pesquisadores constataram que a capacidade de integração das empresas - a capacidade de adotar respostas ecoinovadoras adequadas, combinando recursos internos e externos - media parcialmente a relação entre condutores e desempenho ecoinovador. Além disso, as empresas que têm redes externas mais eficientes tendem a realizar mais atividades ecoinovadoras.

**HIPÓTESE 01:** Entre as indústrias inovadoras brasileiras, as estratégias estabelecidas no âmbito da cooperação para inovação são facilitadoras da adoção da ecoinovação por essas indústrias, juntamente com outros facilitadores.

## 2.2.2 Performance das empresas ecoinovadoras

Esta seção trata sobre a ecoinovação técnica e seus principais impactos sobre a performance das empresas que introduziram esta estratégia na perspectiva dos produtos e

---

<sup>8</sup> Na segunda metade da década de 1980, os economistas Richard Nelson e Christopher Freeman desenvolveram o conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI), entendido como “uma construção institucional, produto de uma ação planejada e consciente ou de um somatório de decisões não planejadas e desarticuladas, que impulsiona o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas” (ALBUQUERQUE, 1995, p. 4)

processos inovadores. As inovações ambientais se diferenciam das demais inovações pelo fato de gerarem resultados positivos no meio ambiente, considerando o ciclo de vida dos produtos, a capacidade de regeneração dos recursos naturais e redução do potencial poluidor das emissões através das externalidades negativas.

Em algumas situações a inovação ambiental tem sido entendida como um custo adicional para as firmas, desde que é usualmente associada a procedimentos de regulação ambiental e/ou padrões rigorosos de emissões. Neste sentido, a inovação ambiental tem se demonstrado de um modo diferente das inovações de uma forma geral, ou simplesmente das inovações não-ambientais. Em particular este impacto negativo no desempenho da empresa, provavelmente, poderia ser verificado no caso de adoção de tecnologias de fim-de-tubo (visam remediar os efeitos da produção depois que a poluição foi gerada), mas não é tão óbvio no caso de adoção de tecnologias limpas, técnicas de gestão ambiental ou inovações de produtos verdes (LUCCHESI, 2013).

As empresas que implementam procedimentos específicos dedicados a medir e controlar o seu impacto ambiental foram mais propensas a reduzir os seus resultados negativos sobre o meio ambiente. Alguns trabalhos preocupam-se em mensurar a relação entre ecoinovação e desempenho, medido de diversas maneiras. Doran e Ryan (2012) observaram o impacto das inovações ambientais e não-ambientais na performance das firmas, sendo mensurada como volume de negócios por emprego gerado. Eles estimaram uma função de produção de conhecimento adicionado utilizando dados de 2.181 firmas irlandesas para os anos de 2006 e 2008 da *Community Innovation Survey* (CIS). Os resultados das estimativas indicaram que as empresas que adotaram inovações ambientais tiveram níveis maiores de volume de negócios por empregado do que as não-inovadoras ambientais.

Em 1996, a OECD (1996, *apud* MACULAN, 2005) considerava que mais de 50% do Produto Interno Bruto (PIB) das economias mais avançadas decorria diretamente da produção e aplicação de novos conhecimentos. Entretanto, reconhecia que o acesso ao conhecimento não é um caminho livre de obstáculos e de dificuldades, e que a capacidade de inovar não é distribuída de maneira igualitária, nem entre empresas nem entre economias. Essa capacidade resulta de um processo gradual de capacitação, que seja coletivo para a economia como um todo e específico para um setor ou uma empresa em particular (MACULAN, 2005, p.01).

Resultados econométricos verificados em Horbach *et al.* (2012), mostram as empresas da Alemanha em 2009, que predominantemente desenvolvem a ecoinovação, isoladamente ou em cooperação com outras empresas, são particularmente bem-sucedidas economicamente.

Estes resultados foram confirmados também por Lanoie *et.al.*(2011).

Com perspectivas de estimular o investimento privado em P,D&I, governos de diversos países tem criado mecanismos para estimular a inovação com o objetivo de incrementar a competitividade das empresas. Tais mecanismos são traduzidos como incentivos financeiros que muitas vezes são representados por empréstimos/financiamentos, concessão de recursos não-reembolsáveis e não-financeiros tais como os incentivos fiscais (FABIANI e SBRAGIA, 2014).

Entender as fontes de financiamento da adoção da estratégia de ecoinovação tem se tornado cada vez mais importante para auxiliar nas tomadas de decisão dos formuladores de políticas voltadas para a temática. Dentre as alternativas relevantes para analisar fontes de recursos para a adoção da ecoinovação está o apoio do Estado, em que alguns estudos analisam o desempenho das empresas inovadoras que acessaram os subsídios e benefícios.

Analisando condutores da ecoinovação do Reino Unido, Kesideu e Demirel (2012) reuniram dados de 1.566 empresas que responderam à pesquisa do governo sobre gastos da indústria em proteção ambiental no exercício de 2006. Os resultados da análise revelaram que os investimentos em ecoinovação são estimulados por redução de custos, capacidade organizacional das empresas e regulamentações mais rígidas.

Estudando as firmas brasileiras com base na PINTEC 2003, 2005 e 2008, Podcameni *et al.* (2011) verificaram a relação entre inovações ambientais e o desempenho competitivo das empresas, através do Modelo Probit. Os resultados empíricos mostraram que as empresas que incluíram aspectos ambientais em suas estratégias inovadoras obtiveram, em média, um melhor desempenho competitivo, através da redução de custos e melhoria da qualidade do que as empresas restantes que introduziram inovações.

Também se utilizando dos dados da PINTEC 2000-2008 em complementação aos da Pesquisa Industrial Anual (PIA) 1998-2006, Lucchesi (2013) estimou uma função de produção *translog*, considerando como medida de performance a produtividade das empresas brasileiras em 20 setores industriais que implementaram inovações ambientais. Os resultados obtidos indicaram que tanto as técnicas de inovação ambiental quanto a inovação ambiental organizacional têm impactos positivos sobre a performance das empresas investigadas.

Calzolaio (2011) também utilizou a base de dados da PINTEC 2000 e 2008, extraindo uma amostra das 251 empresas que acessaram a Lei do Bem, que é a lei de incentivo à inovação,

no período<sup>9</sup>. Ressalta-se que este estudo se refere às empresas apenas inovadoras. Ele buscou analisar a taxa real de variação da atividade inovativa calculada antes e depois da implementação da Lei, evidenciando a sua capacidade de intensificar (ou não) a inovação. Os resultados empíricos mostraram que as empresas usuárias da Lei do Bem ampliaram suas atividades de P&D, bem como intensificaram a formação de redes de cooperação entre os diversos agentes do Sistema de Inovação entre 2006 e 2008. A intensificação dos gastos internos com P&D e adquiridos externamente acelerou-se significativamente. Também buscando estudar os benefícios da Lei do Bem, Fabiani e Sbragia (2014) desenvolveram estudo com 26 empresas, apenas no contexto da inovação, de diferentes setores que se beneficiaram desses incentivos fiscais. Os resultados mostram a importância de políticas públicas para promover o investimento em P,D&I<sup>10</sup> nas empresas privadas brasileiras, mas também destacam as dificuldades para a utilização de incentivos fiscais previstos na Lei.

O Manual de OSLO (2005, p. 82) sugere, para tratar sobre os efeitos das inovações no desempenho da empresa, os seguintes indicadores que podem medir estes impactos: a proporção de vendas devida a produtos tecnologicamente novos ou aprimorados; os resultados do esforço de inovação; o impacto da inovação no uso dos fatores de produção.

## **HIPÓTESE 02**

A estratégia deecoinovação técnica gera impactos positivos sobre a performance das indústrias inovadoras.

### **2.2.3 Ecoinovação organizacional**

As discussões sobre ecoinovação estão relacionadas ao conceito mais amplo de inovação, diferindo-se principalmente porque representa uma inovação que enfatiza explicitamente a redução de impactos ambientais.

O alinhamento das estratégias inovadoras organizacionais com as questões relacionadas à redução e/ou eliminação do impacto negativo gerado ao meio ambiente tem se transformado em desafios para as empresas. A abordagem das inovações ambientais na perspectiva organizacional tem sido tratada pela literatura mais recentemente e traz em sua concepção aspectos importantes no contexto da performance das empresas, notadamente das indústrias. Parte-se do pressuposto de que a empresa é um conjunto de recursos (PENROSE, 1959, p. 24; WERNERFELT, 1984), entre os quais o mais importante é a sua capacidade integrativa que

<sup>9</sup> Lei nº 11.196/2005 de incentivo fiscal para a inovação.

<sup>10</sup> Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

contempla o contexto organizacional. A capacidade integrativa da organização se configura como elemento catalizador de competências para superação dos desafios inerentes à empresa referentes tanto à introdução da inovação quanto da ecoinovação (TEECE; PISANO; SHUEN, 1997).

Dentro do escopo da evolução conceitual da inovação, o Manual de Oslo (2005), em sua 3ª edição, já traz incorporada em sua definição de inovação a abordagem de inovação organizacional. Nesta definição a inovação organizacional é entendida como a implantação de um produto (ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing ou organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas. A PINTEC (2011, p.227), semelhantemente ao Manual de Oslo, conceitua a inovação organizacional da seguinte forma:

Compreende a implementação de novas técnicas de gestão ou de significativas mudanças na organização do trabalho e nas relações externas da empresa, com vistas a melhorar o uso do conhecimento, a eficiência dos fluxos de trabalho ou a qualidade dos bens ou serviços, devendo se constituir de novidade organizativa para a empresa.

Ecoinovação organizacional segue uma linha de definição de inovação de natureza não tecnológica implementada pela empresa. Ela está associada às técnicas de gestão ambiental, possibilitando às empresas a geração dos impactos positivos ao meio ambiente, sendo o objeto de análise principal deste trabalho. Esta abordagem de ecoinovações organizacionais permite a introdução de mudanças significativas nas estruturas organizacionais, a implementação de estratégias corporativas novas ou substancialmente alteradas, ou a adoção de novos métodos de gestão tais como Sistema de Gestão Ambiental (OECD, 2009; ZIEGLER, e NOGAREDA, 2009).

Neste aspecto, pode-se distinguir a ecoinovação organizacional da ecoinovação técnica, está focada em produtos e /ou processos e no uso dos recursos, tais como redução do consumo de água, matéria-prima e energia. A ecoinovação organizacional é voltada para a gestão e mudanças organizacionais, no sentido da preservação dos recursos ambientais. As ecoinovações organizacionais têm tido menos atenção do que o desenvolvimento de ecoinovações técnicas, embora existam argumentos que apontam para potenciais benefícios ambientais mais elevados (REID e MIEDZINSKI, 2008).

No contexto dessas discussões Kemp *et al.* (1992) destacam que o aumento dos investimentos em ecoinovação é influenciado pelas capacidades organizacionais das empresas. Em particular, as empresas que constroem as capacidades organizacionais e práticas como a redução na fonte, reciclagem, prevenção da poluição e projeto de produto verde, são mais

propensas a investir em ecoinovação (GEORG *et al*, 1992; WINN e ROOME, 1993, ambos *apud* KESIDEU e DEMIREL, 2012).

Estudo recente de Lucchesi (2013) analisou empiricamente as indústrias brasileiras constatando a relevância significativa da inovação ambiental organizacional para o desempenho das mesmas. As inovações ambientais organizacionais muitas vezes podem ser expressas no contexto das empresas que implementam Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Darnall (2006) *apud* Kesideu e Demirell (2012, p. 864) define SGA como “estruturas organizacionais voluntárias que detalham os procedimentos utilizados para gerir os impactos da organização no ambiente natural”. O SGA é visto por Fryxell e Szeto (2002) e Russo e Harrison (2005) como um forte indicador das capacidades organizacionais mais latentes da empresa na gestão ambiental. As modificações organizacionais discutidas visam aumentar a eficiência com que insumos são convertidos em produtos; reduzindo assim o desperdício e melhorando a qualidade do produto, substituindo insumos desregulados com as alternativas ambientalmente superiores (EDWARDS e DARNALL, 2010).

### **HIPÓTESE 03**

Entre as indústrias inovadoras, aquelas que adotam a ecoinovação organizacional realizam mais investimento em inovação.

### **3 ESTRATÉGIAS DE COOPERAÇÃO E SUA RELAÇÃO COM A MULTIDIMENSIONALIDADE DA ECOINOVAÇÃO.**

O presente capítulo contempla as estimações referentes à Hipótese 01 e está dividido em 4 seções. A primeira seção está composta pela estratégia empírica, destacando a base de microdados e as variáveis utilizadas na análise. Na segunda seção discute-se as técnicas da pesquisa, caracterizando os modelos alternativos utilizados. A terceira seção revela os resultados empíricos, com destaque para os condutores da ecoinovação em suas diferentes dimensões, com especial ênfase para as indústrias inovadoras que adotaram a estratégia de cooperação com parceiros externos. E por último são realizadas as principais considerações, ressaltando os resultados que se destacaram.

#### **3.1 Estratégia Empírica**

##### **3.1.1 Dados da análise**

Os dados usados nesta pesquisa para constatação da Hipótese 01 foram coletados junto à Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram utilizadas as pesquisas dos anos de 2005 (período 2003 a 2005), 2008 (período 2006 a 2008) e 2011 (período 2009 a 2011). Optou-se pela utilização da base de microdados da PINTEC devido a dois principais motivos. O primeiro se deve ao fato dela ser considerada, dentre as estatísticas oficiais, a mais ampla e importante pesquisa de inovação implementada nas indústrias do Brasil. A sua abrangência territorial e populacional permite que sejam investigadas empresas com Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ), da Secretaria da Receita Federal, sediadas em qualquer parte do território nacional brasileiro, desde que tenham 10 ou mais pessoas ocupadas e organização jurídica classificada como entidade empresarial.

O segundo motivo está no fato desta pesquisa se basear na referência conceitual e metodológica do Manual de Oslo (2005), especificamente no modelo proposto pela Oficina de Estatística da Comunidade Europeia (*Statistical Office of the European Communities – EUROSTAT*), consubstanciados nas versões 2008 e 2010 da *Community Innovation Survey – CIS* (PINTEC, 2011)<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Ressalta-se que não houve mudança significativa que impactasse nas variáveis delimitadas neste trabalho contidas na Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2005.

Da ampla base de dados da PINTEC, esta pesquisa se pautou em 23 setores das indústrias extrativistas e de transformação, distribuídas nos 27 estados brasileiros. Segundo Young e Lustosa (2001, p. 8), estes setores possuem “insumos industriais básicos de baixo conteúdo tecnológico e elevada demanda de energia e recursos naturais” sendo os que possuem, assim, a maior parte das fontes poluidoras no Brasil e que, portanto, necessitam deecoinovação. Além disso, a mostra foi constituída apenas das empresas inovadoras; de forma que todas aquelas que não realizaram qualquer tipo de inovação no período citado foram descartadas na análise. Assim, do total das 42.985 indústrias dos setores extrativistas e de transformação levantadas na PINTEC, foram utilizadas as informações de apenas 35.060 indústrias. Este valor é menor em relação ao anterior porque foram selecionadas as empresas que se mantiveram constantes nas PINTEC`s 2005, 2008 e 2011. A adoção deste procedimento possibilitou à análise dos dados redução do viés de seleção da amostra, uma vez que os dados das indústrias inovadoras puderam ser acompanhados através do número do Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ).

Entre as empresas inovadoras da amostra, o setor alimentício é o de maior representatividade, com 12,35% do número total de indústrias, seguido das indústrias metalúrgicas, com 10,46%. O setor com menor representação na amostra é o da indústria do fumo com 0,26%. O setor dos produtos minerais não-metálicos representou 5,61%, a indústria química 4,92%, celulose e papel 2,9%, e coque e derivados de petróleo 1,14%, conforme apresentado na Tabela 1. Estes são apontados como setores com grau elevado de fontes poluidoras pela literatura (ver ALBORNOZ *et. al.*, 2009), o que comprova a necessidade deecoinovação nos mesmos.

Tabela 1 - Setores Industriais e % de participação em relação ao total da amostra

<b>SETOR INDUSTRIAL CNAE 2.0 ATÉ 3 DÍGITOS</b>	<b>% EM RELAÇÃO AO TOTAL</b>
ALIMENTOS	12,35
AUTOMÓVEIS, REBOQUES E CARROCERIAS	5,27
BEBIDAS	1,48
BORRACHA E PLÁSTICO	6,61
CELULOSE, PAPEL E PRODUTOS DE PAPEL	2,9
CONFECÇÕES	8,09
COQUE, DERIVADOS DE PETRÓLEO E BIOCOMBUSTÍVEIS	1,14
COURO	4,92
EXTRATIVISTAS	2,22
FARMOQUÍMICA E FARMACÊUTICA	1,52
FUMO	0,26
INDÚSTRIA DE IMPRESSÃO	1,55
INDÚSTRIA DE PRODUTOS DE MADEIRA	3,85
MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	7,12
MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS ELÉTRICOS	3,35
METALÚRGICA	10,46
MÓVEIS	4,06
PROD. DE MANUTENÇÃO, REPAROS E INSTALAÇÕES	1,7
PRODUTOS DE INFORMÁTICA, ELETRÔNICOS E ÓPTICOS	3,54
PRODUTOS DIVERSOS	2,63
PRODUTOS MINERAIS E NÃO-METÁLICOS	5,61
PRODUTOS QUÍMICOS	4,92
TÊXTIL	4,45

Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011). Elaboração própria.

Em termos das regiões brasileiras, como mostra a Tabela 2, os dados revelaram que a região Sudeste concentrou a maior parte das indústrias inovadoras (54,88%), enquanto a região Norte contém o menor percentual das indústrias investigadas (3,7%).

Tabela 2 - Distribuição % da amostra das indústrias por Região do Brasil

<b>REGIÃO DO BRASIL</b>	<b>% EM RELAÇÃO AO TOTAL</b>
SUDESTE	54,78
SUL	27,41
NORDESTE	9,69
CENTRO-OESTE	4,42
NORTE	3,7

Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011). Elaboração própria.

### 3.1.2 Variáveis utilizadas

#### 3.1.2.1 Mensurando a ecoinovação técnica e suas dimensões

A mensuração da ecoinovação ainda não é consenso na literatura. Brunnermeier e Cohen (2003), por exemplo, utilizam o número de patentes ambientais como uma *proxy* para a ecoinovação, enquanto Jaffe e Palmer (1996) consideram as despesas com P&D como variável *proxy* mais adequada. Estas medidas, entretanto, apresentam limitações. O número de patentes, por exemplo, pode levar a uma subestimação, no caso das inovações incrementais que não sejam protegidas em forma de patentes; ou a uma sobre-estimação, no caso das inovações que, apesar de serem protegidas foram inviabilizadas por razões de naturezas diversas. E as despesas com P&D, por sua vez, representam uma medida de entrada das atividades inovadoras, e não de saída (DE MARCHI, 2012). Além do que, tratada desta maneira, consideraria ecoinovação e inovação sem diferenciações.

Nesta pesquisa utiliza-se como unidade de mensuração da ecoinovação técnica a auto avaliação, realizada pelo empresário das empresas estudadas, sobre a importância dos impactos das inovações implementadas na área ambiental, da forma como ela se apresenta na PINTEC. Esta medida de ecoinovação foi também utilizada por Horbach (2008), De Marchi (2012), e Lucchesi (2013); porém não mensurada, em nenhum dos casos citados, através da estratégia multidimensional desenvolvida neste trabalho.

Foram criadas 4 dimensões de ecoinovação, conforme apresentado na Tabela 3, representando situações de alto ou médio impacto conforme percebido pelo empresário de cada indústria investigada<sup>12</sup>. No caso das indústrias em questão e do formulário da PINTEC em particular, a classificação da variável ECO\_INOV [.] nas respectivas dimensões levou em consideração a resposta dada às questões que avaliaram o impacto das inovações de processo na redução do consumo de matéria-prima, de energia, e de água<sup>13,14</sup>.

---

<sup>12</sup> 1 = impacto percebido como médio ou alto; 0 = impacto não relevante ou percebido como baixo.

<sup>13</sup> No questionário da PINTEC estas são as variáveis 102, 103 e 104, respectivamente.

<sup>14</sup> A estrutura das perguntas para cada uma das três variáveis pode ser vista em PINTEC, 2011.

**Tabela 3: Definição das variáveis dependentes da ecoinovação técnica, número de observações e percentual de participação por dimensão de ecoinovação.**

ECOINOVAÇÃO	DEFINIÇÃO	Nº DE OBSERVAÇÕES	% DE PARTICIPAÇÃO
DIMENSÃO [0]	1-Não foram identificados impactos em nenhuma das 3 variáveis. 0 (zero) – caso contrário.[Empresa Não-Ecoinovadora]	28.237	80,54
DIMENSÃO [1]	1-Foi identificado impacto em uma das três variáveis: matéria-prima, energia ou água. 0 (zero) – caso contrário.	3.370	9,61
DIMENSÃO [2]	1-Foi identificado impacto em duas das três variáveis: matéria-prima, energia e/ou água. 0 (zero) – caso contrário.	1.900	5,42
DIMENSÃO [3]	1-Foi identificado impacto nas três variáveis: matéria-prima, energia e água. 0 (zero) – caso contrário.	1.553	4,43
<b>Total de Observações</b>		<b>35.060</b>	<b>100%</b>

Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011). Elaboração própria.

As duas últimas colunas da Tabela 3 apresentam o número de observações e a sua proporção no total de empresas inovadoras validadas para a amostra da pesquisa. Ressalta-se que das indústrias que inovam, 28.237 (80,54%) são consideradas não ecoinovadoras, enquanto as demais foram alocadas nas multidimensões da ecoinovação.

O instrumento de coleta de dados da PINTEC apresenta limitação e ainda não foi concebido para investigar especificamente a ecoinovação. Esta variável poderia ser criticada por não capturar precisamente a ecoinovação ou ser demasiadamente ampla. Para atenuar esse potencial problema, foi rodado um outro modelo no qual se utilizou uma *dummy* de redução dos impactos ambientais como variável dependente<sup>15</sup>, com o objetivo de testar a robustez do modelo. A perspectiva desta aproximação estabelecida foi um mecanismo criado no trabalho para que os dados se tornassem mais confiáveis em termos de robustez, considerando as limitações apresentadas pela base de dados da PINTEC. Os detalhes da aproximação de robustez estabelecidos estão na seção 3.2.

<sup>15</sup> No questionário da PINTEC esta variável é a número 105, que levanta junto ao empresário se a inovação implementada resultou em redução do impacto ambiental.

### 3.1.2.3 Identificando as variáveis explicativas

Foi criada como variável de tratamento uma *dummy* COOPERACAO para a inovação, significando a participação ativa em projetos conjuntos de P&D e outros projetos de inovação com outra organização (empresa ou instituição). O interesse em diagnosticar a adoção desta estratégia pela indústria perpassa pela relevância em conhecer o perfil da indústria ecoinovadora e suas principais redes de cooperação, evidenciando a necessidade das organizações de realizar parcerias para ecoinnovar. A variável *dummy* cooperação também foi utilizada como tratamento por De Marchi (2012) e por Horbach; Rammer; Rennings (2012), criada para indicar se a empresa informou ter cooperado em qualquer uma das atividades de inovação com empresas ou instituições externas. Também foi o centro da abordagem discutida por Malerba (2002) e Oliveira (2010).

Algumas variáveis de controle foram introduzidas na análise, com o objetivo de reduzir algum possível viés sobre a variável cooperação. A rigidez da regulação ambiental, por exemplo, é discutida no contexto das ecoinovadoras por Cleff e Rennings, (1999a); Cleff e Rennings, (1999b); e Porter e Van Der Linde (1995). Neste trabalho, a variável *dummy* REGULA\_AMB foi criada a partir da resposta de enquadramento (1 = sim; e 0 = não) da empresa às regulações e normas padrão dos mercados interno e/ou externo, de acordo com a PINTEC. Ela foi pensada como uma *proxy* para capturar o efeito da regulação ambiental sobre a adoção da ecoinovação das indústrias brasileiras, acreditando-se que a adequação às normas seja um importante fator de determinação na decisão da firma de ecoinnovar. Estratégia similar foi realizada por Lucchesi (2013), porém ela criou uma variável contável baseada na Legislação Ambiental dos Estados brasileiros como *proxy* da rigidez da regulação ambiental.

Na categoria de internacionalização da empresa foram incluídas duas variáveis *dummies*: EXPORTACAO e MULTINACIONAL. A primeira para analisar a competitividade das empresas; e a segunda para investigar a origem do seu capital, definindo-a como nacional ou estrangeira, assim como foi também estudado por Ferraz e Seroa da Motta (2001), também para o Brasil mas com outro banco de dados. No caso dessas duas variáveis, os autores citados identificaram uma correlação positiva entre as mesmas e a probabilidade de ecoinnovar nas estimações realizadas.

Estudos sobre ecoinovação chegaram a resultados de que o tamanho da firma afeta a propensão dela ser ecoinovadora, enfatizando as dificuldades de pequenas e médias empresas para tratar as complexidades da ecoinovação, além do fato dos investimentos que são demandados para migrar para tecnologias ambientais serem muito altos. Kesidou e Demirel

(2012) atribuem uma correlação positiva entre o tamanho da firma e inovações ambientais relacionadas à produção e ao produto, assim como também Seroa da Motta (2006). Neste sentido adicionou-se na análise uma variável *dummy* LNPO, medida como o logaritmo natural do número de pessoas ocupadas por indústria.

Os auxílios de recursos originados da esfera pública são avaliados na variável *dummy* HELP\_EST, que representa os auxílios do Estado para a empresa inovar, como foi visto também nos estudos de Fabiani e Sbragia (2014) e de Calzolaio (2011); só que estes analisaram as empresas que inovam convencionalmente. Espera-se que esta variável esteja positivamente correlacionada com a probabilidade da introdução da ecoinovação pelas indústrias.

A decisão de realizar uma inovação ambiental, entretanto, pode estar fortemente associada às características natas do empreendedor, o que poderia configurar, neste caso, uma grande influência desta variável não observável. Mas deve-se chamar a atenção, neste momento, que a comparação que se realiza neste estudo é entre as firmas inovadoras, ou seja, trata-se de um universo de empresários que já apresentam um perfil inovador e empreendedor. Todavia, por existir a possibilidade da ecoinovação ser entendida como uma inovação de fronteira e, portanto, realizável por aqueles empresários mais habilidosos e ágeis na sua implementação, foram criadas duas variáveis de gestão com o intuito de controlar parte da análise referente ao perfil do empreendedor.

Em relação às inovações organizacionais com foco nas ecoinovadoras, Edwards e Darnall (2010) e Anton *et. al.* (2004) atribuem às mudanças organizacionais o aumento da eficiência com que insumos são convertidos em produto, reduzindo o desperdício e melhorando a qualidade do produto, e ainda substituindo insumos não regulamentados com as alternativas ambientalmente superiores. Neste sentido, foi criada a variável *dummy* INOV\_GESTAO\_PRODUTO para registrar os empreendedores que realizaram mudanças significativas na estética, desenho, ou outras mudanças significativas em pelo menos um dos produtos. Complementando as mudanças estratégicas e organizacionais das indústrias investigadas, incluiu-se a variável *dummy* INOV\_GESTAO\_INFOR, que registra as firmas que implementaram novas técnicas de gestão para melhorar rotinas e práticas de trabalho, assim como o uso e a troca de informações, de conhecimento e habilidades na indústria.

O Quadro 1 sintetiza as variáveis explicativas utilizadas para os condutores da ecoinovação focada na cooperação das indústrias brasileiras.

**Quadro 1: Variáveis explicativas – condutores da ecoinovação técnica**

VARIÁVEL EXPLICATIVAS	DEFINIÇÃO
COOPERACAO	<i>Dummy</i> de Cooperação, se a empresa adota a estratégia de cooperação com outras organizações para inovar (Sim=1; caso contrário=0).
REGULA_AMB	<i>Dummy</i> de enquadramento em regulações, igual a 1(um) quando avaliado como alto/médio impacto e 0(zero) caso contrário.
EXPORTACAO	<i>Dummy</i> de competitividade. Se a empresa exportou no período (Sim=1; caso contrário=0).
MULTINACIONAL	<i>Dummy</i> para empresas multinacionais. Se é multinacional (Sim=1; caso contrário=0).
HELP_EST	<i>Dummy</i> de apoio. Se a empresa utilizou programa de apoio da esfera pública para as suas atividades inovativas (Sim=1; caso contrário=0)
INOV_GESTAO_PRODUTO	<i>Dummy</i> de mudanças significativas na estética, desenho, ou outras mudanças significativas em pelo menos um dos produtos. (Sim=1; caso contrário=0)
INOV_GESTAO_INFOR	<i>Dummy</i> de implementação de novas técnicas de gestão para melhorar rotinas e práticas de trabalho, assim como o uso e a troca de informações, de conhecimento e habilidades na indústria. (Sim=1; caso contrário=0)
LnPO (pessoas ocupadas)	Tamanho da empresa [ln número de empregados].
€	Termo de erro

Fonte: Elaboração própria.

### 3.2 TÉCNICAS DA PESQUISA

Nesta seção serão apresentados os modelos de regressão utilizados e as principais motivações para suas implementações no trabalho.

A estimação foi inicialmente realizada através do modelo Logit Multinomial. Os dados em painel no período mencionado possuem elevado número de observações (n=35.060), o que representa uma vantagem para aplicação do modelo proposto. A Tabela 4 traz a estatística descritiva desses dados.

Pelas estatísticas descritivas pode-se destacar maior concentração de observações nas variáveis *Dummy* Inovação da Gestão de Produto e na *Dummy* Inovação de Gestão de Informação. Este fato vem ao encontro do que se falou anteriormente, pois trata-se de um ambiente de empresários inovadores. Entretanto, mesmo assim observa-se que menos de 50% dos empresários têm essas características, o que confirma a opção acertada de considerar essas variáveis na análise.

O uso do modelo Logit Multinomial permite que se estime a probabilidade das indústrias que apresentam as características determinadas pelas variáveis utilizadas serem ecoinovadoras em cada uma de suas dimensões. O Modelo Logit Multinomial é um modelo que apresenta flexibilidade, em que os efeitos de cada variável explicativa na determinação da dimensão da ecoinovação não são necessariamente monotônicos, como é o caso do modelo Logit Ordenado

(RIALP e SALAS, 2002).

**Tabela 4 - Estatística Descritiva - Variáveis explicativas dos condutores daecoinovação técnica**

VARIÁVEL	MEDIDA	MÉDIA	DESVIO PADRÃO
COOPERACAO	VARIÁVEL DUMMY	0.0993	0.2990
REGULA_AMB	VARIÁVEL DUMMY	0.1938	0.3953
EXPORTACAO	VARIÁVEL DUMMY	0.0560	0.2299
MULTINACIONAL	VARIÁVEL DUMMY	0.0946	0.2926
HELP_EST	VARIÁVEL DUMMY	0.0312	0.1738
INOV_GESTAO_PRODUTO	VARIÁVEL DUMMY	0.4192	0.4934
INOV_GESTAO_INFOR	VARIÁVEL DUMMY	0.3862	0.4869
LNPO	LOG (Nº DE PESSOAS OCUPADAS)	321.40	1275.68

Nota: Número de observações: 35.060

Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011). Elaboração própria.

Na regressão Logit Multinomial a variável dependente assume mais de duas categorias, de forma discreta. O objetivo é explicar a probabilidade de escolha da alternativa  $j$ , em que a  $p_j$  é função das características das empresas. Especificamente, a probabilidade é determinada por  $p$  ( $Y = j \mid x$ ), com  $j = 0, 1, 2, \dots, n$ . Conforme Greene (2008) e Cameron & Trivedi (2009), o modelo Logit Multinomial pode ser apresentado pela seguinte expressão:

$$p_{ij} = \text{Prob}(Y_i = j \mid x_i) = \frac{e^{x_i \beta_j}}{\sum_{j=1}^m e^{x_i \beta_j}} \quad j=1, 2, \dots, m$$

Onde:

$Y_i$  = Variável aleatória que indica a escolha;

$p_{ij}$  = Prob ( $Y_i=j \mid x_i$ ) = probabilidade da empresa  $i$  optar pela escolha  $j$  ;

$x_i$  = é a matriz de atributos observáveis das empresas;

$\beta$  = Vetor de parâmetros a serem estimados.

O modelo assegura que  $0 < p_{ij} < 1$  e  $\sum_{j=1}^m p_{ij} = 1$  e, para garantir a sua identificação, o  $\beta_j$  é fixado em zero para uma das categorias e os coeficientes são interpretados com respeito àquela categoria, chamada de categoria base (CAMERON; TRIVEDI, 2009). No modelo de regressão dessa pesquisa a categoria base foi identificada como as empresas que não são ecoinovadoras, ou seja, todas as respectivas dimensões da ecoinovação criadas neste trabalho são comparadas com essa categoria (ECO\_INOV[0]).

Com o uso do Modelo Logit Ordenado, buscou-se evidenciar a existência de ordenamento das dimensões da ecoinovação. Suspeita-se que os graus de complexidade identificados, conforme critérios evidenciados na Tabela 3, possam exercer influência sobre a mudança de uma dimensão para outra da ecoinovação.

O Modelo Logit Ordenado se baseia na função de probabilidade logística acumulada de acordo com a especificação:

$$(1) P_i = F(K_i) = F(\alpha + \beta X_i) = \frac{1}{1 + e^{-K_i}} = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta X_i)}}$$

Sendo  $K_i$  a variável dependente, formada por uma escala da dimensão daecoinovação técnica, na qual o ordenamento da escala se faz de forma crescente. Portanto, atribui-se à escala 0 para as indústrias não ecoinovadoras e à escala 3 representa a maior dimensão daecoinovação técnica das indústrias criada com os critérios estabelecidos na Tabela 3.

Desta maneira, a regra utilizada para relacionar a observação latente para a variável de resposta ordinal é descrita como:

$$K = i \text{ se } \theta_i \leq K^* < \theta_{i+1} \text{ para } i = 0,1,2,3$$

A mudança discreta é a variação na probabilidade predita para uma dada mudança em  $X_j$  a partir de um valor inicial  $x_i$  para um valor final  $x_{i+1}$  por exemplo, uma mudança da dimensão 0 para 1, esta modificação é calculada da seguinte forma:

$$\frac{\partial P(k=i|X)}{\partial x_j} = Pr(k = i | X, x_j = x_{i+1}) - Pr(k = i | X, x_j = x_i)$$

Sendo  $i$  a escala de dimensão daecoinovação que vai de 0 a 3, conforme apresentada na Tabela 3, enquanto  $j$  está associado às variáveis explicativas, demonstradas no Quadro 1. A notação  $Pr(k = i | X, x_j)$  indica a probabilidade que  $k=i$  dado  $X$ , para um valor específico  $x_i$ .

A equação (1) demonstra todas as variáveis utilizadas nos modelos de regressão.

$$\begin{aligned} \text{ECO\_INOV}_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \text{COOPERACAO}_{it} + \beta_2 \text{REGULA\_AMB}_{it} + \beta_3 \text{EXPORTACAO}_{it} + \\ & \beta_4 \text{MULTINACIONAL}_{it} + \beta_5 \text{HELP\_EST}_{it} + \beta_6 \text{INOV\_GESTAO\_PRODUTO}_{it} + \\ & \beta_7 \text{INOV\_GESTAO\_INFOR}_{it} + \beta_8 \text{LNPO}_{it} + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

Finalmente, na terceira regressão, a Logit Binomial, foi criada uma variável dependente *dummy* para Redução de Impactos Ambientais, com perspectivas testar a robustez do modelo multidimensional, sendo igual a 1 quando a indústria reduziu o impacto sobre o meio ambiente avaliado como Médio ou Alto e caso contrário igual a zero. O propósito da construção deste último modelo empírico alternativo consistiu na estimação da probabilidade das empresas que adotarem ou não a estratégia daecoinovação como forma de testar a robustez.

### 3.3 Resultados empíricos

Com a perspectiva de demonstrar a adoção daecoinovação pelas indústrias representadas na amostra estudada, foram estimados três modelos distintos, quais sejam: Logit Multinomial e Logit Ordenado e Logit Binomial, todos dispostos na Tabela 5. As três primeiras colunas da Tabela 5 correspondem aos coeficientes de cada uma das dimensões daecoinovação

do Modelo Logit Multinomial; a coluna (4) expõe os coeficientes do Modelo Logit Ordenado e a coluna (5) os resultados do Logit Binomial. Todas as regressões foram ponderadas pelo peso amostral calculado pela média dos pesos especificados nas PINTEC's 2005, 2008 e 2011 e o respectivo desvio-padrão robusto.

**Tabela 5 - Propensão dos condutores daecoinovação técnica entre as indústrias inovadoras brasileiras, considerando as estratégias de cooperação**

	LOGIT MULTINOMIAL			LOGIT ORDENADO	LOGIT BINOMIAL
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<b>COOPERACAO</b>	0.6459*** (0.1001)	0.5763*** (0.1194)	0.8102*** (0.1299)	0.6509*** (0.0788)	0.8934*** (0.0853)
<b>REGULA_AMB</b>	1.7540*** (0.0743)	2.2461*** (0.0937)	2.7572*** (0.1163)	2.1319*** (0.0559)	2.2630*** (0.0585)
<b>EXPORTACAO</b>	-0.0862 (0.1402)	0.2756 (0.1795)	-0.3322 (0.2133)	-0.0399 (0.1123)	0.1234 (0.1191)
<b>MULTINACIONAL</b>	-0.0663 (0.1170)	-0.0689 (0.1489)	0.1401 (0.1449)	0.0336 (0.0904)	0.0548 (0.0941)
<b>HELP_EST</b>	0.4138** (0.1819)	0.3876 (0.2359)	0.6980*** (0.1852)	0.5288*** (0.1339)	0.1057 (0.1511)
<b>INOV_GESTAO_PRODUTO</b>	0.4278*** (0.0658)	0.3488*** (0.0867)	0.3819*** (0.1031)	0.3925*** (0.0517)	0.4244*** (0.0546)
<b>INOV_GESTAO_INFOR</b>	0.2774*** (0.0727)	0.3330*** (0.0961)	0.6896*** (0.1236)	0.4346*** (0.0539)	0.3664*** (0.0570)
<b>LNPO (TAMANHO DA FIRMA)</b>	0.0526** (0.0236)	0.0727** (0.0324)	0.0372*** (0.1235)	0.0944*** (0.0191)	0.1774*** (0.0202)
<b>VALOR DE CORTE 1</b>				2.9793 (0.0849)	
<b>VALOR DE CORTE 2</b>				4.0166 (0.0888)	
<b>VALOR DE CORTE 3</b>				4.9973 (0.0943)	
<b>LOG-LIKELIHOOD</b>	-150961.64			-151335.29	
<b>Nº DE OBSERVAÇÕES</b>	35.060			35.060	35.060

Nota: Desvio-Padrão robusto entre parênteses. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1. Variável dependente: ECO\_INOV[.], sendo a ECO\_INOV [0] a base referencial (base outcome).

Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011). Elaboração própria.

A variável COOPERACAO aparece com impacto positivo sobre a ecoinovação e como estatisticamente significativa a menos de 1% em todos os modelos utilizados. No caso do

modelo multinomial (colunas 1, 2 e 3) ela se mostra com coeficiente positivo para todas as dimensões daecoinovação relativamente à não ecoinovação.

Desta forma, pode-se evidenciar a importância que a cooperação com parceiros externos à indústria inovadora exerce como condutora da ecoinovação, considerando qualquer uma das 03 dimensões estabelecidas. Os dados sugerem que a adoção da ecoinovação no processo produtivo das indústrias, referentes à redução simultânea do consumo de água, energia e matéria-prima terão maior efeito de impacto pela estratégia de cooperação. Isto se reveste como fator orientador de elaboração de política voltada à adoção de estratégias de redes de cooperação com parceiros externos, bem como na concepção de políticas públicas que promovam a consolidação de sistemas de redes de colaboração entre parceiros institucionais. De Marchi (2012) também encontrou um impacto positivo da cooperação sobre a ecoinovação, utilizando, porém, apenas regressão Logit Binomial.

O valor estimado através do Modelo Logit Ordenado para cooperação demonstrado na Tabela 5(coluna 4) possui coeficiente positivo e estatisticamente significativo a 1%. Portanto, sugere que o grau de complexidade influencia a mudança de dimensão da indústria ecoinovadora que realiza cooperação com parceiros externos. Esta perspectiva pode ser evidenciada pelos valores de cortes do coeficiente, em que o valor de 2.9703 equivale ao ponto de corte estimado da ecoinovação 1 utilizado para diferenciar da ecoinovação 2 e 3, assumindo que os valores das variáveis de controle são avaliados em zero. Isso significa que as indústrias que apresentaram um valor de 2.9793 ou mais (até o limite inferior do próximo valor de corte corresponde a ecoinovação 2) sobre a variável latente subjacente que deu origem à variável ecoinovação classifica-se como de ecoinovação 1, dado que todas as variáveis de controle eram zero. Este mesmo raciocínio é aplicado para o valor de corte 2 (4.0166) e 3 (4.9973) que representam respectivamente a ecoinovação 2 e 3.

A variável REGULA\_AMB se configura como estatisticamente significativa a menos de 1% e coeficiente positivo em todos os modelos analisados, evidenciando que o incremento de uma unidade de regulamentação ambiental<sup>16</sup> impacta em aumento do log da razão de possibilidade multinomial esperada da indústria adotar a ecoinovação dimensão 1 em 1,75(5,77) unidade, atingindo 2,73(15,75) na dimensão 3. Este cenário revela a relevância que possui as regulamentações, neste particular as de natureza ambiental (ainda que se considere as limitações discutidas sobre as mesmas), na adoção da ecoinovação. Este resultado está de acordo com os estudos de Del Rio *et.al.* (2011) e Lucchesi (2013).

---

<sup>16</sup> Isto significa que a criação de regulações e normas padrão relativas ao mercado interno ou externo aumentam a probabilidade das indústrias inovadoras a adotarem a ecoinovação.

A variável EXPORTACAO não se mostrou significativa em nenhuma das três dimensões, tendo sido negativa naecoinovação dimensão 1, passando a ser positiva naecoinovação dimensão 2; e voltando a ser negativa naecoinovação dimensão 3. De Marchi (2012) encontrou também uma relação negativa e Lucchesi (2013) evidenciou uma alternância de sinal, comparando distintos modelos. Ferraz e Seroa da Motta (2001), estimaram coeficientes para esta variável com sinal positivo, significando que a exportação levaria as firmas a realizarem mais ecoinovação. A literatura de Economia do Meio Ambiente, entretanto, discorre que os países baseados em exportação de *commodities*, como é o caso do Brasil, os setores que tradicionalmente possuem fontes de poluição elevadas comparados a setores com alto conteúdo tecnológico, possuem uma relação inversa com a implementação de inovações ambientais (ver ENCTI/MCTI,2012). Advoga-se, inclusive, que se estaria produzindo uma nova relação centro-periferia, em que os países menos desenvolvidos se especializariam na produção de bens intrinsecamente mais poluidores. Neste sentido, exportar não significaria maior apoio à ecoinovação, pelo contrário.

A variável MULTINACIONAL também foi não significante em todas as três dimensões do modelo multinomial, apresentando sinal negativo (conforme DE MARCHI, 2012) nas duas primeiras e positivo na última. Assim como no caso das exportações, aqui também há a controvérsia da literatura, exemplificada pelos autores citados acima.

As estimativas demonstraram que a variável HELP\_EST (representando suporte de políticas públicas para a inovação) para as ecoinovações dimensões 1 e 3 são estatisticamente significantes e positivas, confirmando a relevância do papel exercido pelo contexto institucional representado pela espera pública na promoção de iniciativas ecoinovadoras nas indústrias. Estimativas similares foram encontradas em Fabiani e Sbragia (2014). Tratando-se da ecoinovação dimensão 2, a variável não obteve significado estatístico, muito embora mantenha o coeficiente positivo.

Os resultados estimados para as variáveis de gestão (INOV\_GESTAO\_PRODUTO e INOV\_GESTAO\_INFOR), revelaram coeficientes positivos e estatisticamente significantes a menos de 1% em todas as dimensões da ecoinovação. Triguero, Moreno-Mondéjar e Davia (2013) e Galia, Ingham e Pekovic (2014) discutiram sobre a influência das inovações organizacionais sobre as inovações ambientais e chegaram a resultados semelhantes aos verificados neste trabalho.

A variável LNPO representou o tamanho da empresa no modelo estimado que apresentou características similares na ecoinovação dimensões 1,2 e 3, contendo coeficiente positivo e estatisticamente significativo. Isto sugere que o tamanho da empresa pode ser

relevante para a indústria introduzir a ecoinovação. Indica que um aumento de 01 trabalhador resulta em aumentar o log da razão de possibilidade multinomial esperada da ecoinovação 2 com magnitude maior do que as demais dimensões. Podcameni (2007) também encontrou estimativas em que o tamanho da empresa sugere facilitar a adoção da ecoinovação, mas a análise dela enfatiza o setor de combustíveis.

Observa-se que os sinais dos coeficientes e o nível de significância dos regressores são consistentes para todos os modelos, mesmo com a magnitude menor para o coeficiente da variável cooperação mensurada pelo modelo Logit Multinomial em relação ao modelo Logit Binomial (modelo alternativo que serviu de teste de robustez) e mais próximo ao coeficiente estimado para o Modelo Logit Ordenado. Isso implica que o uso de tecnologias similares de modo mais ecoeficientes e incrementais, pode sugerir maior necessidade de cooperação externa.

### **3.4 Considerações importantes**

A análise dos condutores da ecoinovação técnica sugerida por este trabalho foi apresentada e discutida na seção anterior. Nesta seção busca-se fazer uma síntese dos aspectos que se destacam, ao mesmo tempo que se tenta estabelecer as conexões entre os resultados encontrados.

O tema abordado tem relevância para o contexto atual no nível das indústrias extrativistas e de transformação que efetivamente implementaram inovações no processo/produto, como unidade de análise da pesquisa. Ele proporciona um debate pautado em evidências empíricas sobre os condutores da adoção da estratégia da ecoinovação realizadas por estas indústrias. Foi utilizada a base de dados da PINTEC 2005, 2008 e 2011, constando de 35.060 observações em 23 setores industriais.

Os métodos utilizados permitiram tratar os dados de forma a trazer evidências relevantes para a discussão da ecoinovação em multidimensões, sendo uma contribuição que pode servir de suporte para reflexão e análise dos elaboradores de políticas públicas voltados a Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil. Assim como também pode auxiliar gestores privados na concepção de políticas organizacionais pautadas na cooperação com parceiros externos à empresa, aumentando a probabilidade de efetivar a ecoinovação técnica. Neste sentido uma das estratégias que potencializa o fomento da cooperação no âmbito da Política de C,T&I é o fortalecimento de iniciativas relacionadas à interação Universidade-Empresa, visto que ainda se apresenta incipiente no atual contexto da inovação brasileira. (Ver DE NEGRI, CAVALCANTI e ALVES, 2013)

Tendo em vista as inovações na estratégia empírica que foram desenvolvidas no trabalho, um dos desafios superados foi estabelecer uma discussão sobreecoinovação, dado que a literatura econômica atribui pouca atenção ao tema no contexto das empresas; principalmente quando se compara com pesquisas empíricas realizadas com empresas simplesmente inovadoras sem o direcionamento para questões ambientais.

Relativamente à literatura sobre o tema, este estudo contribui com inovações para a literatura empírica internacional deecoinovação de diferentes formas: 01- no que se refere à estratégia de identificação daecoinovação, porque foi realizada em multidimensões. Inicialmente foi aplicado o modelo de regressão Logit Multinomial para evidenciar os efeitos dos principais condutores daecoinovação, uma vez que trabalhos anteriores não conceberam aecoinovação em 04 dimensões<sup>17</sup> como realizado nesta proposta; e posteriormente foi implementado o Logit Ordenado que estabeleceu os pontos de cortes entre as dimensões daecoinovação, evidenciando que graus de complexidades podem influenciar a mudanças de dimensões daecoinovação das indústrias que cooperam com parceiros externos; e o Logit Binomial auxiliou para testar a robustez do modelo. 02- avança também nas discussões das indústrias brasileiras, primeiro em relação aos modelos utilizados, depois por incorporar a PINTEC 2011 e, por fim, por considerar as redes de cooperação para inovação na análise; 03- além disso, este estudo distingue as indústriasecoinovadoras no universo das indústrias inovadoras, assim como introduziu variáveis de controle da gestão dentre outras, com perspectivas de monitorar os seus efeitos; todas essas inserções permitem minimizar ainda mais o impacto do viés de seleção da amostra.

Ressalta-se que os dados da PINTEC analisados são passíveis de limitações quanto à investigação daecoinovação, visto que o instrumento ainda não apresenta conjunto de variáveis capazes de levantar diretamente dados e informações com maior amplitude focados naecoinovação, o que justifica a estratégia de identificação daecoinovação implementada neste artigo. Com a finalidade de aprimorar a confiabilidade das inferências realizadas a partir dos dados, foi implementado teste de robustez através da criação da variável dependente a *dummy* redução de impactos ambientais como *proxy* deecoinovação. Esta variável demonstrou

---

<sup>17</sup> As multidimensões daecoinovação das indústrias inovadoras implementadas neste trabalho são: ECO\_INOV[0] equivalente à Dimensão 0 (zero) representa as nãoecoinovadoras; ECO\_INOV[1] equivalente à Dimensão 1 quando há redução do consumo de água ou matéria-prima ou energia; ECO\_INOV[2] equivalente à Dimensão 2 quando há redução do consumo combinando simultaneamente dois insumos (água, matéria-prima ou energia); ECO\_INOV[3] equivalente à Dimensão 3 quando há redução do consumo simultâneo dos três insumos (água, matéria-prima ou energia).

consistente e robusta quando comparada com as variáveis dependentes de ecoinovação nas suas múltiplas dimensões.

Os dados empíricos levantados na base de microdados da PINTEC permitiram uma análise em um número de observações significativas, sugerindo que a cooperação em P&D é mais intensa para as indústrias ecoinovadoras do que para outras indústrias inovadoras, suportando teorias que afirmam que as inovações ambientais implicam interdependências mais elevadas com os parceiros externos, dada as suas características complexas e sistêmicas (ver também DE MARCHI, 2012; SEURING e MÜLLER, 2008). A ordem das dimensões da ecoinovação evidenciada aponta para a constatação de que a cooperação impacta em aumenta na probabilidade da indústria inovadora adotar ecoinovação técnica é mais intensa na dimensão 3 do que nas demais dimensões (1 e 2). Isso pode trazer uma implicação política, sugerindo que quanto maior o grau de complexidade da ecoinovação<sup>18</sup> adotada pela indústria inovadora, maior é a influência das em redes de cooperação com parceiros externos.

A análise também sugere que as características da empresa e estratégias de gestão do produto e informação são condutores da ecoinovação em suas diferentes dimensões. Os resultados evidenciaram que o tamanho influencia positivamente a propensão das empresas a ecoinnovar de forma altamente significativa. Assim como a ação política, sob a forma de subvenções públicas promove a ecoinovação dentre as indústrias inovadoras. Curiosamente quanto às indústrias exportadoras, os resultados não apresentam significado estatístico nas 3 dimensões. Isso pode ser também fundamental para subsidiar especialistas em inovação, bem como servir de suporte à tomada de decisão pelos gestores públicos e privados na análise de competitividade internacional com foco na redução de danos ambientais.

Para uma agenda de pesquisas futuras sugere-se que estudos aprofundem a rede de cooperação no sentido de estabelecer as relações entre ecoinovação em suas múltiplas dimensões e os tipos de parceiros (universidade, instituto de pesquisas, fornecedores, clientes, etc), articulando com a intensidade das suas interações.

---

<sup>18</sup> Considerando as Multidimensões estabelecidas neste trabalho.

## **4 ECOINOVAÇÃO TÉCNICA AUMENTA A PERFORMANCE DAS INDÚSTRIAS INOVADORAS?**

O capítulo traz as discussões que giram em torno da Hipótese 02, afirmando que a estratégia de ecoinovação técnica gera impactos positivos maiores sobre a performance das indústrias ecoinovadoras vis à vis as que não são ecoinovadoras medida pela participação percentual dos produtos inovadores nas vendas líquidas. Está dividido em 4 seções, sendo compostas, inicialmente pela estratégia empírica que trata sinteticamente sobre os dados da análise e variáveis criadas. A segunda seção discute as técnicas utilizadas no estudo, detalhando os modelos alternativos aplicados. A terceira seção contém os resultados empíricos, analisando a performance da ecoinovação técnica, buscando evidenciar suas relações no contexto das indústrias inovadoras. E finalmente é realizada uma abordagem discutindo os aspectos mais destacados na análise dos resultados através da seção das considerações importantes

### **4.1 Estratégia Empírica**

#### **4.1.1 Dados da análise**

Para testar a Hipótese 2, foi definida como medida de performance das empresas industriais brasileiras ecoinovadoras, a participação percentual dos produtos inovadores nas vendas líquidas no período de 2005, 2008 e 2011 coletada na base de microdados da Pesquisa de Inovação (PINTEC/IBGE). Esta variável dependente é calculada pelo somatório dos percentuais dos produtos novos ou significativamente aprimorados para a empresa, mas já existente no mercado nacional (variável 85<sup>19</sup>) ou existente no mercado mundial (variável 86) e produto novo para o mercado mundial (variável 87). A escolha desta variável como medida de performance da ecoinovação técnica foi motivada pela alta representatividade que a variável expressa para evidenciar a inovação através dos produtos que efetivamente são resultantes da implementação de atividades inovativas. Também se distancia dos problemas que podem impactar diretamente as vendas líquidas, como por exemplo sazonalidades do setor. Outro critério para a adoção da variável como medida de performance é a orientação que o Manual de OSLO (2005, p. 82) faz ao tratar sobre os efeitos das inovações no desempenho da empresa, evidenciando vários indicadores que podem medir estes impactos, entre eles a variável ora referida.

---

<sup>19</sup> Número da variável no instrumento de coleta de dados da PINTEC. Informação válida também para as variáveis 86 e 87.

#### 4.1.1.1 Variáveis explicativas

Com perspectivas de analisar o impacto da performance daecoinovação técnica, a variável *dummy* de Redução de Impactos Ambientais (105 da PINTEC) foi criada como variável de tratamento, sendo igual a 1 quando a indústria reduziu o impacto sobre o meio ambiente avaliado como Médio ou Alto, 0=caso contrário. Ressalta-se que esta variável foi escolhida para mensurar a ecoinovação porque revela as implementações das atividades inovativas pelas indústrias extrativistas e de transformação avaliadas como estratégicas para reduzir o impacto da atividade industrial sobre o meio ambiente. É a variável que mais se aproxima das questões relacionadas ao ambiente natural no contexto das inovações no produto e processo produtivo levantada pela PINTEC. O Quadro 2 evidencia as variáveis de controle delimitadas para a mensuração da performance da ecoinovação das indústrias brasileiras.

**Quadro 2: Variáveis explicativas - performance da ecoinovação técnica**

<b>VARIÁVEIS EXPLICATIVAS</b>	<b>DEFINIÇÃO</b>
COOPERACAO	<i>DUMMY</i> DE COOPERAÇÃO, SE A EMPRESA ADOTA A ESTRATÉGIA DE COOPERAÇÃO COM OUTRAS ORGANIZAÇÕES PARA INOVAR (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0).
REGULA_AMB	<i>DUMMY</i> DE ENQUADRAMENTO EM REGULACOES, IGUAL A 1(UM) QUANDO AVALIADO COMO ALTO/MÉDIO IMPACTO E 0(ZERO) CASO CONTRÁRIO.
EXPORTACAO	<i>DUMMY</i> DE COMPETITIVIDADE. SE A EMPRESA EXPORTOU NO PERÍODO (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0).
MULTINACIONAL	<i>DUMMY</i> PARA EMPRESAS MULTINACIONAIS. SE É MULTINACIONAL (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0).
HELP_EST	<i>DUMMY</i> DE APOIO. SE A EMPRESA UTILIZOU PROGRAMA DE APOIO DA ESFERA PÚBLICA PARA AS SUAS ATIVIDADES INOVATIVAS (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0)
INOV_GESTAO_PRODUTO	<i>DUMMY</i> DE MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS NA ESTÉTICA, DESENHO, OU OUTRAS MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS EM PELO MENOS UM DOS PRODUTOS. (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0)
INOV_GESTAO_INFOR	<i>DUMMY</i> DE IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS TÉCNICAS DE GESTÃO PARA MELHORAR ROTINAS E PRÁTICAS DE TRABALHO, ASSIM COMO O USO E A TROCA DE INFORMAÇÕES, DE CONHECIMENTO E HABILIDADES NA INDÚSTRIA. (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0)
LNPO (PESSOAS OCUPADAS)	TAMANHO DA EMPRESA [LN NÚMERO DE EMPREGADOS].
$\phi_{ij}^f$	EFEITO FIXO DE SETOR INDUSTRIAL. NO CASO ESTUDADO SÃO 23 SETORES INDUSTRIAIS.
$\Omega_{is}^f$	EFEITO FIXO DOS 27 ESTADOS DA FEDERAÇÃO.
$\varepsilon_{it}$	TERMO DE ERRO

Fonte: Elaboração própria.

## 4.2 Técnicas da pesquisa

A seção expõe os modelos que foram utilizados para medir a performance das indústrias ecoinovadoras, destacando a importância de cada um deles para o estudo realizado. A explanação está subdividida em duas partes: 01 – Inicialmente aborda sobre o estimador Diferença em Diferenças (DD); 02- É apresentada uma síntese sobre o *Propensity Score*

*Matching* (PSM). Estes dois métodos são combinados neste trabalho com o intuito de aplicar a regressão DD ponderada pelo peso resultante do PSM. O efeito desta combinação objetiva controlar as características não observáveis constantes ao longo do tempo (DD) e também as características observáveis (PSM). Este avanço se reveste com um caráter fundamental para o tipo de análise estabelecida uma vez que se consegue constatar o impacto da ecoinovação na performance, minimizando a interferência de fatores desconhecidos.

O estimador diferença em diferenças (DD) com efeitos fixos foi utilizado inicialmente para testar a Hipótese 02 em nível da firma, como uma forma de estimar uma intervenção específica ou tratamento. De forma geral, o método é a comparação da diferença de resultados antes e após à intervenção para o grupo afetado com a diferença, e antes e após para o grupo não afetado (LECHNER, 2011).

A estratégia de identificação via modelo DD com efeitos fixos tem a característica de contornar o problema de endogeneidade quando se fazem comparações entre indivíduos heterogêneos, como é o caso das indústrias em estudo.

Com perspectivas de inferir sobre a performance das indústrias ecoinovadoras, ou seja, quando estas implementam estrategicamente políticas de redução de impacto ambiental, foi definido um grupo de controle (indústrias não ecoinovadoras) em substituição ao contrafactual, e que seja parecido com o grupo de tratamento (indústrias ecoinovadoras). Desta forma, o grupo de controle é o grupo que não foi exposto ao tratamento em nenhum dos períodos, e o grupo de tratamento foi exposto nos dois períodos. (IMBENS E WOOLDRIDGE, 2007).

A base de dados foi dividida em dois períodos (pré e pós tratamento), onde o valor 1 representa a indústria pós tratamento cujos dados são contabilizados a partir do exercício de 2008 até 2011 e 0 (zero) se anterior ao tratamento (pré tratamento considerando o exercício de 2005). Desta forma, a diferença antes e após a implantação da ecoinovação para o grupo de tratado é subtraída da diferença antes e após ecoinovação para o grupo de controle. As diferenças representam em que medida o grupo de tratamento e o de controle se alteraram, respectivamente. Assim, para construção do contrafactual usa-se de técnicas não experimentais.

Ainda que se solucione o problema da construção do contrafactual, teve-se o cuidado referente a alguns problemas inerentes a esta análise e seguindo as ideias abordadas no trabalho de Rocha e Soares (2010) foram necessárias implementar algumas outras soluções. Inicialmente, para diminuir a preocupação quanto às variáveis omitidas estarem explicando os efeitos da ecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras, foram incluídos controles para possíveis interferências externas. Desta forma foram criadas variáveis que

abrangem possíveis fatores relacionados às características das indústrias, como por exemplo, origem do capital, se exporta para outros países, se recebe auxílio do governo, se gerencia produtos e informações de forma estratégica, tamanho da firma, podem ser vistas em detalhe no Quadro 2.

Outra questão problemática é a possibilidade de que determinadas indústrias possuam condições particulares, que as tornam detentores de fatores determinantes para a sua escolha, e por isso consigam ser ecoinovadoras. Para este problema, o método de Diferença nas Diferenças antes citado foi utilizado com efeitos fixos de setor e Estado, diminuindo os efeitos das variáveis omitidas. Por último, o efeito da ecoinovação pode ser verificado no ano de sua implantação, porém não em anos anteriores, assim foi corrigido através de *lags* de anos anteriores.

O modelo estimado para evidenciar a Hipótese 02 sobre a performance da ecoinovação foi implementado conforme detalhado na equação (2)<sup>20</sup>, e contém as variáveis explicativas e os efeitos fixos de setor e de Estado:

$$\text{PART\_TOTAL\_PROD}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{REDUC\_IMP\_AMB}_{it} + \beta_2 \text{COOPERACAO}_{it} + \beta_3 \text{REGULA\_AMB}_{it} + \beta_4 \text{EXPORTACAO}_{it} + \beta_5 \text{MULTINACIONAL}_{it} + \beta_6 \text{HELP\_EST}_{it} + \beta_7 \text{INOV\_GESTAO\_PRODUTO}_{it} + \beta_8 \text{INOV\_GESTAO\_INFOR}_{it} + \beta_9 \text{LNPO}_{it} + \varphi_{ij} + \Omega_{is} + \varepsilon_{it}$$

(2)

O Método de *Propensity Score Matching* (PSM) que é uma técnica específica de pareamento, também foi empregado para constatar a Hipótese 02. De uma forma geral, as técnicas de pareamento buscam “construir um grupo de controle semelhante ao grupo de tratamento em termos de determinadas características observáveis” (PINTO, 2012, p.85); assumindo que cada membro do grupo de controle é um par do grupo de tratados. Fazendo assim, os membros dos grupos podem ser comparados e a diferença ser atribuída ao tratamento em questão.

A aplicação do Método de *Propensity Score* para avaliar a performance das empresas industriais inovadoras brasileiras é baseada na comparação entre empresas ecoinovadoras e as não ecoinovadoras. Como a adoção da estratégia da ecoinovação pela empresa, no caso deste estudo, não ocorreu de forma aleatória, uma simples comparação entre os grupos (de tratamento e de controle) não seria correta. Isso porque o efeito da empresa ser ecoinovadora pode ser função de variável não-observável (habilidade do *Chief Executive Office* - CEO da empresa, por exemplo), que, por sua vez, pode ser diferente entre os grupos de empresas. Assim, o PSM auxiliou na comparação de empresas semelhantes entre as características observáveis,

---

<sup>20</sup> Implementado com as regressões DD e PSM.

utilizando-se o *matching* ou pareamento das variáveis. Este fator foi a principal motivação para a aplicação do método PSM no trabalho.

Nas técnicas de pareamento o interesse recai sobre os tratados, que neste caso são as empresas ecoinovadoras. Assim, buscou-se estimar o efeito da ecoinovação pelo Efeito de Tratamento Médio dos Tratados (ATT):

$$ATT = E[Y_1 - Y_0 / T = 1, p(X_i)]$$

Onde Y é a variável de interesse e T é a variável binária que representa o *status* de tratamento (T = 1 indica o grupo de tratamento, ou seja, Indústrias Ecoinovadoras e T = 0 o grupo de controle, ou seja, as Indústrias que não são ecoinovadoras).

O problema do contrafactual não observado gera o viés de seleção, resultando em uma estimação incorreta do impacto do tratamento. Segundo Heckman *et al.* (1997), o viés pode ser decomposto em três componentes: a) ausência de suporte comum, isto é, os dados do grupo tratamento e controle podem não ter grau razoável de sobreposição; b) viés proveniente das observáveis, que é gerado por diferenças nas características observáveis entre os grupos; c) viés de seleção, quando as variáveis influenciam o resultado e o recebimento do tratamento. No caso estudado a hipótese é a de seleção por observáveis, por autoseleção (pois a indústria participa do tratamento de forma voluntária), o objetivo do *matching*, ou pareamento, foi encontrar um grupo de comparação ideal ao grupo de tratamento, minimizando o problema do viés de seleção.

Rosenbaum e Rubin (1983) sugeriram parear os indivíduos com base em uma função das variáveis observáveis X. Essa função é a probabilidade da unidade observada receber o tratamento (neste caso a firma ser ecoinovadora) dado o conjunto de características X, e é denominada de escore de propensão.

Formalmente, o escore de propensão é definido como:

$$P(X) = \Pr[T = 1 | x]$$

Para a aplicação do *Propensity Score*, é preciso assumir duas hipóteses:

1) Balanceamento das características observáveis. A seleção da amostra requer que as empresas tratadas independa dos resultados, e seja condicional nas covariáveis. Isso significa que o grupo de empresas ecoinovadoras e não ecoinovadoras são equilibrados pelos escores de propensão semelhantes os quais são baseados nas semelhanças das variáveis observáveis X. Nesta perspectiva, embora um grupo ecoinovador e o seu respectivo comparativo grupo de controle (não ecoinovador) possa ter a mesma pontuação de propensão, eles não são

necessariamente semelhantes pelas observáveis  $X$ , se existir má especificação na equação de participação. Formalmente, é preciso verificar se  $P(X | T = 1) = P(X | T = 0)$ . A implicação desta hipótese é que o resultado de uma empresa no grupo de controle (não ecoinovadora) é um bom previsor do resultado potencial na ausência de tratamento de uma empresa no grupo de tratamento (ecoinovadora) que possui o mesmo vetor de variáveis observáveis ( $X$ ).

2) Existência de um suporte comum, isto é, não comparar o incomparável, o que geraria viés na avaliação. Então,  $0 < P(X) < 1$ , para cada grupo de controle existe um de tratamento correspondente (HECKMAN et al, 1997). Isso significa que cada empresa no grupo de tratamento (ecoinovadora) tenha um par no grupo de controle (não ecoinovadora), cujo resultado reproduz o que seria o resultado desta empresa na ausência de tratamento. Desta forma, precisamos que a região do vetor  $X$  que engloba as características das empresas ecoinovadoras também represente as características das empresas que estão no grupo de não ecoinovadoras.

No caso dos dados utilizados nessa análise tem-se uma amostra, tanto das empresas ecoinovadoras quanto de não ecoinovadoras bastante ampla, cobrindo todas os Estados do Brasil. Isto se revela como uma vantagem, pois resulta em um suporte comum elevado, permitindo que comparações sensatas entre as tratadas (ecoinovadoras) e as não tratadas (não ecoinovadoras) sejam realizadas. Foi extraída uma sub-amostra com variação suficiente e representativa da amostra mais ampla.

Para corrigir a falha do *Propensity Score Matching* (PSM) em resumir a informação contida no vetor multidimensional dentro de uma variável de um índice e do viés de seleção, foi utilizado o estimador proposto por Abadie e Imbens (2002) e Rosenbaum e Rubin (1983) que é o Kernel como estratégia de pareamento. Este estimador é não paramétrico em termos de agrupamento, sendo estabelecido pela regressão Logit realizada no trabalho, e usa uma média ponderada de todos os não participantes para construir um contrafactual balanceado para cada participante.

Formalmente a estratégia de pareamento através de Kernel fica: se  $P_i$  é o score de propensão para empresa ecoinovadora  $i$  e  $P_j$  é a score de propensão para a empresa não ecoinovadora  $j$ . Os pesos para correspondência do Kernel são dados por:

$$\omega(i, j)_{KM} = \frac{K\left(\frac{P_j - P_i}{a_n}\right)}{\sum_{k \in C} K\left(\frac{P_k - P_i}{a_n}\right)}$$

Onde  $K(\cdot)$  é a função Kernel e  $a_n$  é um parâmetro de largura de banda. (KHANDKER; KOOLWAL; SAMAD, 2010)

A principal vantagem de aplicação do método PSM neste trabalho é que permite estabelecer as comparações das performances entre as empresas ecoinovadoras e não ecoinovadoras de forma aproximada às estimativas aleatórias, uma vez que as características observáveis foram evidenciadas como significantes pela literatura empírica, reduzindo o viés de seleção das características não observáveis das mesmas.

O PSM é um método semi-paramétrico que impõe menos limitações na forma funcional do modelo de tratamento, bem como menos hipóteses sobre a distribuição do termo de erro. Neste trabalho, combinou-se com o estimador DD, tendo como finalidade controlar o viés sob as características não observáveis constantes no tempo, cujos resultados são discutidos na próxima seção.

### 4.3 Resultados empíricos

As estimativas apresentadas nesta seção contêm a performance da ecoinovação técnica das indústrias brasileiras no período de 2003 a 2011, a partir dos dados coletados pela Pesquisa de Inovação – PINTEC do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A perspectiva é demonstrar que a introdução da ecoinovação pelas indústrias inovadoras representadas na amostra estudada, apresenta performance em nível mais elevado em comparação às indústrias que apenas adotaram apenas inovação ( $\beta_1 > 0$ <sup>21</sup>). A estratégia empírica adotada para evidenciar este fato contou com os Modelos de Regressão inicialmente representados pelo Modelo com Estimadores de Diferença em Diferenças e posteriormente foi aplicado em conjunto com o *Propensity Score Matching*. Com esta combinação de modelos foi esperado que as características não observáveis constantes no tempo e observáveis não afetem os resultados da ecoinovação sobre a performance, contornando o viés de seleção. A variável dependente do modelo foi identificada como a participação percentual dos produtos inovadores nas vendas líquidas mensurando a performance que se desejou encontrar.

A medida está diretamente associada às atividades inovativas efetivamente implementadas pelas indústrias que adotaram a inovação e se afasta dos diversos fatores que influenciam as vendas líquidas como possível unidade de mensuração da performance, por exemplo sazonalidades do setor, crises econômicas, etc. Isso porque a variável expressa a proporção das vendas líquidas que é atribuída efetivamente aos produtos inovadores. Associado a este fato, o Manual de Oslo (2005) recomenda esta variável como indicador de performance das empresas inovadoras. A variável *dummy* ecoinovação foi implementada como tratamento

---

<sup>21</sup> Considerando a equação (2).

sendo igual a 1 para as empresas que Reduziram Impactos Ambientais [REDUC\_IMP\_AMB] e zero caso contrário. Todas as regressões foram ponderadas pelo peso amostral calculado pela média dos pesos especificados nas PINTEC's 2005, 2008 e 2011 e o respectivo desvio-padrão robusto.

Destaca-se que o trabalho traz avanços metodológicos incrementados na literatura empírica da ecoinovação através da criação de variáveis explicativas inseridas em modelos de regressão capazes de contornar efeitos ocasionados por variáveis não observáveis e observáveis. Esta estratégia possibilitou tornar evidente o impacto que a introdução da ecoinovação técnica exerce sobre as indústrias inovadoras, eliminando viés de seleção sobre variáveis não observáveis e constantes ao longo do tempo, dadas as complexidades inerentes à sua adoção.

Os resultados das estimativas do efeito da ecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras são discutidos a seguir através da aplicação dos estimadores Diferença em Diferenças, Diferença em Diferenças com inclusão das variáveis de controle e Diferença em Diferenças com *Matching* incluindo as variáveis de controle. A regressão foi implementada com erro padrão robusto, painel não balanceado. A Tabela 6 traz a representação percentual das indústrias ecoinovadoras e não ecoinovadoras ao longo do período de 2005, 2008 e 2011, totalizando no painel 23.760 observações.

**Tabela 6 - Estatística descritiva das indústrias inovadoras**

	<b>2005</b>	<b>2008</b>	<b>2011</b>
<b>% ECOINOVADORA</b>	17,7	17	18,7
<b>% NÃO ECOINOVADORA</b>	82,3	83	81,3

Fonte: Elaborada na pesquisa

Na tabela 6, se observa pouca variação do crescimento das indústrias ecoinovadoras no período 2005 a 2011.

A Tabela 7 evidencia os resultados das regressões dos estimadores DD, controlado pela variável firma (através do CNPJ desidentificado atendendo as regras da Sala de Sigilo do CDDI/IBGE) e o tempo estimado em ano, que neste caso são 2005, 2008 e 2011.

Destaca-se que a base de dados foi estrategicamente subdividida e que os dados referentes ao ano de 2005 foi considerado como período pré tratamento e que a estimativa considerou as indústrias como tratadas a partir do ano 2008.

A coluna (1) revela o coeficiente do efeito da ecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras sem considerar as variáveis de controle, efeito fixo de Estado e efeito

fixo de Setor industrial. A coluna (2) mostra o efeito das variáveis de controle sobre a variável de interesse (performance). A coluna (3) considera o efeito das variáveis de controle e efeito fixo de Estado e finalmente a coluna (4) demonstra o coeficiente considerando as variáveis de controle, efeito fixo de Estado e Setor industrial. Os coeficientes calculados nas regressões são todos positivos e altamente significantes, demonstrando que existe efeito da ecoinovação quando a indústria inovadora adota esta estratégia em relação às que apenas inovam convencionalmente. Mesmo considerando as variáveis de controle, efeito fixo de Estado e Setor Industrial o efeito sobre alterações é praticamente desprezível, evidenciando a sua consistência diante dos possíveis fatores que podem influenciar a performance das indústrias ecoinovadoras.

A performance apresentada para as indústrias ecoinovadoras é de 2,83% superior mensuradas pela participação percentual dos produtos inovadores sobre as vendas líquidas em relação às indústrias inovadoras, incluindo as variáveis de controle, efeito fixo de Estado e setor industrial. As variáveis não observáveis como por exemplo o perfil empreendedor do gestor e suas habilidades (consideradas constantes ao longo do período analisado) não estão exercendo influência sobre os resultados. Este aspecto é um importante fator que ratifica a utilização da estratégia especificada no Modelo Empírico, visto que as características não observadas poderiam adicionar viés nos resultados.

**Tabela 7 - Efeito da ecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras**

	(1)	(2)	(3)	(4)
<b>ECOINOVAÇÃO TÉCNICA</b>	7.1903*** (0.4707)	2.8781*** (0.2346)	2.8413*** (0.2282)	2.8308*** (0.3165)
<b>VARIÁVEIS DE CONTROLE</b>	NÃO	SIM	SIM	SIM
<b>DUMMY DE ESTADO</b>	NÃO	NÃO	SIM	SIM
<b>DUMMY DE SETOR</b>	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
<b>Nº DE OBSERVAÇÕES</b>	23.760	23.760	23.760	23.760

Nota: Desvio-Padrão robusto entre parênteses. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1. Os dados são os coeficientes e desvio-padrão estimados em DD. Os coeficientes revelam o percentual da participação dos produtos inovadores sobre as Vendas Líquidas das Indústrias Inovadoras que introduziram ecoinovação. A amostra inclui observações da PINTEC 2005, 2008 e 2011.

Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011). Elaboração própria.

Como teste robustez foram criadas as variáveis LAG1 e LAG2 para verificar se os efeitos da Ecoinovação técnica retroativos no tempo exercem influência sobre o resultado. Foram inseridas as variáveis criadas na regressão do Modelo DD, cujos resultados são evidenciados na Tabela 8. A coluna (1) revela os coeficientes das regressões sem variáveis de controle e efeito fixo de Estado e setor industrial. A coluna (2) apresenta os coeficientes apenas com as variáveis de controle. A coluna (3) evidencia os coeficientes com as variáveis de controle e efeito fixo de Estado. A coluna (4) demonstra os coeficientes com as variáveis de controle, efeito fixo de Estado e setor industrial.

Ressalta-se que os coeficientes se mantêm consistentes, positivos e altamente significativos, sendo que as variáveis LAG's independentemente do sinal do coeficiente são não-significativas, demonstrando que os fatores anteriores ou tendências passadas ao ano de 2008 (ano da intervenção adotado para a análise) não influenciam no efeito daecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras. Isso reflete que os resultados não foram interferidos por tendências passadas. Este fato corrobora com a perspectiva de que a estratégia daecoinovação técnica adotada na indústria inovadora produz efeitos na performance em nível superior em relação às indústrias que apenas inovaram. Resultados similares foram encontrados na pesquisa de Doran e Ryan (2012) que evidenciou a performance de 2.181 firmas irlandesas ecoinovadores e não ecoinovadoras utilizando como variável dependente uma *dummy* de volume de negócios por empregados das firmas aplicando função de produção de conhecimento adicionado na base de dados da *Community Innovation Survey* (CIS) 2006-2008. As estimativas sugeriram que as firmas que introduziram ecoinovação possuem melhor performance em relação as não ecoinovadoras.

**Tabela 8 - Efeito da ecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras em anos anteriores à 2008.**

	(1)	(2)	(3)	(4)
<b>ECOINOVAÇÃO TÉCNICA</b>	7.1797*** (0.0537)	2.8879*** (0.1500)	2.8502*** (0.1416)	2.8597*** (0.2211)
<b>LAG T-1</b>	0.1636 (0.1080)	0.1983 (0.1688)	0.2009 (0.1777)	0.2224 (0.1840)
<b>LAG T-2</b>	-0.2699 (0.2075)	-0.1923 (0.3318)	-0.2004 (0.3316)	-0.1013 (0.3749)
<b>VARIÁVEIS DE CONTROLE</b>	NÃO	SIM	SIM	SIM
<b>DUMMY DE ESTADO</b>	NÃO	NÃO	SIM	SIM
<b>DUMMY DE SETOR</b>	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
<b>Nº DE OBSERVAÇÕES</b>	23.760	23.760	23.760	23.760

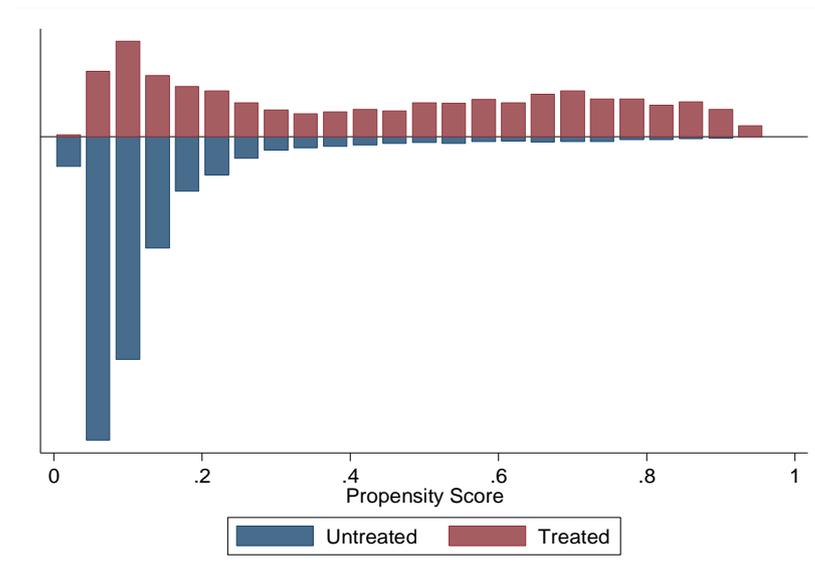
Nota: Desvio-Padrão robusto entre parênteses. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1. Os dados são os coeficientes e desvio-padrão estimados em DD. Os coeficientes revelam o percentual da participação dos produtos inovadores sobre as Vendas Líquidas das Indústrias Inovadoras que introduziram ecoinovação. A amostra inclui observações da PINTEC 2005, 2008 e 2011. Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011). Elaboração própria.

A Tabela 9 retrata o coeficiente da regressão do estimador de DD associado PSM. Inicialmente foi realizada uma estimativa através da regressão Logit para descobrir como as variáveis explicativas do modelo influenciam a probabilidade de participação (tratado=1 ou não tratado=0) na nova amostra global pareada Kernel<sup>22</sup>. Destaca-se que a implementação do *Propensity Score* e o Kernel possibilitou a criação de um grupo de controle (não ecoinovadoras)

<sup>22</sup> Estratégia de pareamento adotada na pesquisa. Para maiores detalhes ver seção 4.2

que é semelhante o suficiente com o grupo de tratado (ecoinovadoras). Pelo *Matching*, as diferenças entre o grupo de tratamento e grupo de não tratamento são reduzidos consideravelmente. A hipótese nula de que os valores médios dos dois grupos não diferem após o pareamento não pode ser rejeitada para qualquer variável. A Ilustração 1 demonstra graficamente o sucesso do pareamento relacionado à suposição do suporte comum (*common support*). Percebe-se que há sobreposição dos *Propensity Scores* dos tratados e não tratados, atendendo necessidade de existência de suporte comum que é uma das hipóteses básicas do PSM, discutida na seção 4.2.

**Ilustração 1 - Região do Suporte Comum do pareamento.**



Fonte: Elaboração própria.

O valor estimado na Tabela 9 significa que as indústrias inovadoras que adotaram a estratégia daecoinovação possuem um percentual aproximado de 3,26% superior de participação dos produtos inovadores sobre as vendas líquidas em relação às indústrias que apenas inovaram. Percebe-se que este resultado tem uma vertente de consistência e robustez, de modo que o ferramental econométrico aplicado possibilitou contornar as características observáveis e não observáveis constantes no tempo não afetassem os resultados do efeito.

**Tabela 9 - Efeito daecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras estimado através da combinação DD+PSM**

<b>(1)</b>	
<b>ECOINOVAÇÃO TÉCNICA</b>	3.2574*** (0.0158)
<b>VARIÁVEIS DE CONTROLE</b>	SIM
<b>DUMMY DE ESTADO</b>	SIM
<b>DUMMY DE SETOR</b>	SIM
<b>Nº DE OBSERVAÇÕES</b>	7.048

Nota: Desvio-Padrão robusto entre parênteses. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$ . Os dados são os coeficientes e desvio-padrão estimados em DD e PSM. Os coeficientes revelam o percentual da participação dos produtos inovadores sobre as Vendas Líquidas das Indústrias Inovadoras que introduziram ecoinovação.

Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011).  
Elaboração própria.

#### **4.4 Considerações importantes**

O efeito positivo da ecoinovação técnica das indústrias inovadoras sobre a participação percentual dos produtos inovadores nas vendas líquidas foi evidenciado consistentemente e de forma significativa pelos Modelos utilizados, processando microdados em painel ao nível das indústrias inovadoras brasileiras da PINTEC 2005, 2008 e 2011. Adotou-se esta variável para mensurar a performance das indústrias inovadoras devido ao fato de estar diretamente relacionada ao resultado da inovação efetivamente implementado pelas indústrias e também por se distanciar dos problemas ocasionados sobre as vendas líquidas como sazonalidades, cenário econômico, etc. Neste sentido a medida representa uma proporção e não diretamente o valor das vendas líquidas. Também é uma variável recomendada pelos organismos de pesquisas internacionais da área de inovação como a OCDE através do manual de Oslo (2005). A ecoinovação técnica que foi definida para averiguar os efeitos sobre a performance das indústrias inovadoras foi aquela que permitiu a redução dos impactos ambientais considerada como média ou alta diminuição, contemplando às indústrias que adotaram medidas estratégicas para que o processo produtivo e os produtos por ele gerado impactasse o meio ambiente em uma perspectiva de minimização. A introdução da ecoinovação técnica sugere que as indústrias inovadoras detenham performance superior, permitindo uma diferenciação quando se compara às indústrias que não adotaram a ecoinovação. A decisão de implementar a ecoinovação técnica converge para uma perspectiva de mudança da política empresarial no intuito de mensurar e reduzir as externalidades negativas geradas pela empresa.

Tratando-se de Sistema Nacional de Inovação, os resultados alcançados podem auxiliar elaboradores de políticas públicas no que se refere a estratégias de tecnologias ambientais e

redução de danos causados ao meio ambiente pelo setor industrial, que no caso do Brasil ainda se apresenta em estágio inicial. As contribuições na discussão desta seção foram realizadas para evidenciar a relação entre a introdução daecoinovação técnica como impacto relevante para a performance das indústrias inovadoras brasileiras.

Os dados processados foram ao nível da firma, utilizando a abordagem de painel efeito fixo nos regressores de Diferença em Diferenças (DD), associando posteriormente com escore de propensão de 23 Setores Industriais, 27 Estados brasileiros no período de 2003 até 2011. A colaboração para a literatura empírica internacional e nacional se deu no aspecto metodológico em aplicar modelos econométricos que possibilitaram contornar os efeitos de viés das variáveis não observáveis e observáveis. Desta forma foi refutado estatisticamente nos dados analisados o viés de seleção do efeito das variáveis não observáveis constantes ao longo do tempo como por exemplo as diferentes habilidades do gestor quando se compara uma indústria inovadora que adotou a ecoinovação. Sendo assim, possibilita maior acurácia nos resultados, principalmente quando se propõe realizar inferência sobre os dados alcançados. Lucchesi (2013, p.120) encontrou resultados semelhantes, através de estimadores OLS, porém este estimador possui variáveis omitidas e potencialmente correlacionadas com outros regressores (ver SCHMIDHEINY, 2014, p.6), o que foi contornado nesta pesquisa. Essencialmente o trabalho de Lucchesi (2013) analisou efeito da inovação ambiental sobre mudanças no valor adicionado como medida de performance das indústrias brasileiras e afirma que “o resultado[...]reforça a hipótese de Porter e Van der Linde (1995) [...]a eliminação da poluição (parcial ou totalmente) pode levar a compensar os custos adicionais impostos pela estratégia de redução da poluição e, conseqüentemente, aumentar os lucros e a competitividade das firmas.”

Embora a Hipótese de Porter esteja vinculada a rigidez da regulação ambiental, os dados sugerem que de fato as atividades ecoinovativas produzem efeitos positivos sobre a performance das indústrias inovadoras.

Propõe-se uma agenda de pesquisas futuras sobre os impactos da ecoinovação na performance das indústrias brasileiras, permitindo fazer distinções entre efeitos das tecnologias limpas e *end-of-pipe* das indústrias brasileiras, identificando os fatores da sua adoção (voluntária ou conformidade a padrões normativos). Infelizmente não é possível estabelecer estas diferenciações com o conjunto de microdados do instrumento atual da PINTEC, visto que estes tipos de dados ainda não são coletados.

## **5 EFEITOS DA ECOINOVAÇÃO ORGANIZACIONAL MEDIDOS PELO NÍVEL DE INVESTIMENTO EM INOVAÇÃO: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS NAS INDÚSTRIAS INOVADORAS BRASILEIRAS**

O presente capítulo busca tratar das evidências referentes à Hipótese 3 enunciando que a ecoinovação organizacional está positivamente correlacionada com o nível de investimento em inovação. Dividido em 4 seções, inicialmente traz a estratégia empírica que é esplanada sinteticamente através dos dados da análise e variáveis criadas. A segunda seção detalha as técnicas utilizadas no estudo, demonstrando os modelos alternativos aplicados. A terceira seção discute os resultados empíricos, retratando a performance da ecoinovação organizacional, buscando trazer as evidências que estabelecem suas relações no contexto das indústrias inovadoras. E finalmente são apresentadas as considerações importantes, fazendo um panorama sobre os principais resultados, limitações e sugestões de pesquisas futuras.

### **5.1 Estratégia Empírica**

#### **5.1.1 Dados da análise**

A investigação buscou testar a Hipótese 03 sobre performance da ecoinovação organizacional das indústrias inovadoras estabelecida por meio do desenvolvimento de modelo, tendo como variável dependente o logaritmo do volume de investimento em inovação, no período de 2005, 2008 e 2011, a partir da base de microdados da Pesquisa de Inovação (PINTEC/IBGE).

O logaritmo de investimento em atividades inovativas (INVEST\_INOV) é uma medida de performance das indústrias brasileiras, sendo especificada neste trabalho como o resultado do somatório de todos os dispêndios<sup>23</sup> de P&D das empresas inovadoras. Esta é a variável dependente que foi adotada no trabalho, esperando identificar a influência da adoção da ecoinovação organizacional sobre o volume de investimento em inovação realizados pelas indústrias inovadoras. Ressalta-se que a base de dados da PINTEC não separa especificamente investimento em inovação e investimento em inovação ambiental. Por isso que foi adotado o volume de investimento em inovação. Este procedimento também foi utilizado em Jaffe e Palmer (1997) e Brunnermeier e Cohen (2003).

A literatura de inovação tradicionalmente compreende o volume de investimento em inovação como sendo o esforço inovador (ARAÚJO, 2004; ARBIX, SALERNO & DE NEGRI,

---

<sup>23</sup> Somatório dos dispêndios com P&D, aquisição externa de P&D (variável 31); aquisição de outros conhecimentos externos (variável 32), exclusive software; aquisição de software (variável 33); aquisição de máquinas e equipamentos (variável 34); treinamento (variável 35); introdução das inovações tecnológicas no mercado (variável 36); Outras preparações para a produção e distribuição (variável 37).

2004; BRAGA & WILMORE, 1990). Neste trabalho foi proposta uma abordagem desenvolvida através do modelo alternativo com perspectiva de evidenciar a influência do esforço ecoinovador das indústrias inovadoras direcionado ao aspecto organizacional sobre o investimento em inovação.

### 5.1.1.1 Variáveis explicativas

A variável de tratamento foi delimitada como uma *dummy* de Inovação Ambiental Organizacional, sendo igual a 1 para as indústrias inovadoras que responderam sim, e 0 (zero) caso contrário. No instrumento da PINTEC esta variável é a número 189 – Novas técnicas de gestão ambiental para tratamento de efluentes, redução de resíduos, de CO<sub>2</sub>, etc. As variáveis de controle criadas estão definidas no Quadro 3.

**Quadro 3: Variáveis de controle – performance da ecoinovação organizacional**

VARIÁVEIS DE CONTROLE	DEFINIÇÃO
COOPERACAO	<i>DUMMY</i> DE COOPERAÇÃO, SE A EMPRESA ADOTA A ESTRATÉGIA DE COOPERAÇÃO COM OUTRAS ORGANIZAÇÕES PARA INOVAR (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0).
REGULA_AMB	<i>DUMMY</i> DE ENQUADRAMENTO EM REGULACOES, IGUAL A 1(UM) QUANDO AVALIADO COMO ALTO/MÉDIO IMPACTO E 0(ZERO) CASO CONTRÁRIO.
EXPORTACAO	<i>DUMMY</i> DE COMPETITIVIDADE. SE A EMPRESA EXPORTOU NO PERÍODO (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0).
MULTINACIONAL	<i>DUMMY</i> PARA EMPRESAS MULTINACIONAIS. SE É MULTINACIONAL (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0).
HELP_EST	<i>DUMMY</i> DE APOIO. SE A EMPRESA UTILIZOU PROGRAMA DE APOIO DA ESFERA PÚBLICA PARA AS SUAS ATIVIDADES INOVATIVAS (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0)
INOV_GESTAO_PRODUTO	<i>DUMMY</i> DE MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS NA ESTÉTICA, DESENHO, OU OUTRAS MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS EM PELO MENOS UM DOS PRODUTOS. (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0)
INOV_GESTAO_INFOR	<i>DUMMY</i> DE IMPLEMENTAÇÃO DE NOVAS TÉCNICAS DE GESTÃO PARA MELHORAR ROTINAS E PRÁTICAS DE TRABALHO, ASSIM COMO O USO E A TROCA DE INFORMAÇÕES, DE CONHECIMENTO E HABILIDADES NA INDÚSTRIA. (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0)
LNPO (PESSOAS OCUPADAS)	TAMANHO DA EMPRESA [LN NÚMERO DE EMPREGADOS].
$\phi_{ij}$	EFEITO FIXO DE SETOR INDUSTRIAL. NO CASO ESTUDADO SÃO 23 SETORES INDUSTRIAIS.
$\Omega_{is}$	EFEITO FIXO DOS 27 ESTADOS DA FEDERAÇÃO.
$\epsilon_{it}$	TERMO DE ERRO

Fonte: Elaboração própria.

Além disso, os modelos de regressão alternativos que foram utilizados preveem o controle através do efeito fixo de setor industrial e do Estado brasileiro em que a indústria se localiza. Isso significa que as características setoriais, bem como as especificidades de cada Estado foram levados em consideração.

Como se trata de uma variável monetária, optou-se por aplicar o deflator FBCF<sup>24</sup> utilizado para investimento nos modelos de Efeito Fixo e Aleatório, visto que são três períodos de tempo analisados.

## 5.2 Técnicas da pesquisa

A pesquisa foi inicialmente estimada aplicando-se o OLS *Pooled*, como *benchmarking*. Em seguida foram realizadas estimações de regressão para dados em painel Efeito Fixo e Aleatório. O principal objetivo da aplicação dos Modelos de Efeito Fixo e Aleatório foi contornar o viés de seleção das variáveis não observáveis constantes ao longo do tempo, associadas às variáveis explicativas criadas para o modelo, bem como os efeitos fixos de setor industrial e Estado. Os microdados ao nível das indústrias concentraram-se em poucos períodos ( $t=3$ ) e elevado número de observações, o que representa vantagem para os modelos de regressão utilizados.

O painel foi configurado para ser identificado pela variável de tempo, que corresponde ao ano ( $t=1,2$  e  $3$ ) da observação e a variável do painel pela firma, que foi identificada pelo CNPJ, tendo sido caracterizado como não balanceado. Dados em painel são mais úteis quando há suspeita de que a variável dependente está em função de variáveis explicativas que não são observáveis, mas correlacionados com as variáveis explicativas observadas. Se tais variáveis omitidas são constantes ao longo do tempo, estimadores de dados em painel permitem estimar de forma consistente o efeito das variáveis explicativas observadas (SCHMIDHEINY, 2014).

Wooldridge (2001) ressalta que a regressão em dados de painel considera em um mesmo modelo estatístico: a) dados em cortes transversal de um conjunto de indivíduos “*cross-section*” onde esses variam e o tempo fica constante e b) dados em séries de tempo, nos quais o número de indivíduos permanece constante e o tempo varia. Por unir essas duas características a utilização de dados de painel proporciona alguns benefícios, destacando-se a heterogeneidade dos indivíduos, o maior nível de informação a respeito das variáveis explicativas, menor colinearidade (podendo evitar o problema de multicolinearidade) e maior grau de liberdade para o modelo.

Stock e Watson (2003), advogam que o modelo de dados em painel consiste em um método para o controle de alguns tipos de variáveis omitidas sem observá-las, requerendo um tipo específico de dados, em que cada unidade de observação, ou unidade, é observada em dois

---

<sup>24</sup> Formação Bruta do Capital Fixo representa o valor dos bens duráveis adquiridos no mercado ou produzidos por conta própria e destinados ao uso, em unidades de produção, por período superior a um ano. [...] uma parcela do investimento que corresponde a quantidade de produtos produzidos não para serem consumidos, mas para serem utilizados no processo produtivo nos anos posteriores. (IBGE, 2014)

ou mais períodos de tempo. Ainda a estrutura de dados em painel possibilita suportar a construção de modelos que comparam indivíduos (países, empresas, etc) com características distintas.

O modelo econométrico estimado baseia-se nas descrições de Cameron e Trivedi (2005) bem como Angrist e Pischke (2009). A regressão a ser estimada para o modelo de EF:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta T_{it} + \Theta X_{it} + \varphi f_{ij} + \Omega f_{is} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Onde:

$$i = 1, \dots, 29.035 \quad \text{e} \quad t = 1, 2 \text{ e } 3$$

A equação de regressão (3) representa um modelo básico de estimação por Efeito Fixo, com várias intervenções que ocorrem em momentos diferentes do tempo. Assim, através da equação (3) estima-se a diferença da variação de Y (variável dependente) entre as indústrias ecoinovadoras e não ecoinovadoras em diferentes momentos do período de tempo t (2005 a 2011). O  $Y_{it}$  é a variável resposta para a indústria i no tempo t, e o  $\alpha_i$  é a constante, que é tratada como variável aleatória não observada e correlacionada com algum  $T_{it}$ . O  $T_{it}$  é uma variável *dummy* que é igual a zero (0) para indústria não ecoinovadora e um (1) para indústria ecoinovadora.  $X_{it}$  é o vetor de covariáveis de controle que busca captar os efeitos de características observáveis variantes no tempo,  $\varphi f_{ij}$  é um efeito fixo de setor da indústria i no setor industrial j que controla por características não observáveis relacionadas ao setor, assim como  $\Omega f_{is}$  é um efeito fixo de Estado da indústria i no Estado S que também controla as características não observáveis específicas ao Estado. Por fim, o  $\varepsilon_{it}$  é um termo de erro aleatório com média zero e variância constante  $\sigma^2$  [ $E(\varepsilon_{it})=0$  e  $\sigma^2 (\varepsilon_{it})= \sigma^2$  ], e  $\varepsilon_i$  e  $\varepsilon_t$  são não correlacionados (independentes) para todo  $i \neq t$  [ $\sigma^2 (\varepsilon_i, \varepsilon_t)= 0$  ].

No caso do modelo de efeitos aleatórios (EA), a equação de regressão é a seguinte forma:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta T_{it} + \Theta X_{it} + \varphi f_{ij} + \Omega f_{is} + u_{it} \quad (3.1)$$

O estimador de EA considera o erro aleatório combinado, isto é:  $u_{it} = v_{it} + \varepsilon_{it}$  e pressupõe que  $v_{it}$  é independente e identicamente distribuído (iid) com variância  $\sigma_v^2$ . Assim, o modelo de EA tem como pressuposição uma correlação serial no erro, ou seja, considera a correlação entre os erros de cada unidade.

Dessa forma, se o coeficiente  $\beta$  sobre a *dummy*  $T_{it}$  for significativo estatisticamente e com o sinal esperado, em ambos os modelos, podemos inferir que o efeito do tratamento é efetivo sobre as variáveis de interesse das indústrias, ou seja, o impacto é positivo

(WOOLDRIGDE, 2003). Além deste aspecto, a magnitude do impacto também foi considerada na análise deste trabalho.

A aplicação do Teste de Hausman (1978) com erro robusto para especificação do modelo entre os modelos de efeito fixo (*fixed effect*) de efeito aleatório (*random effect*), apontou para os modelos testados que o modelo de efeito fixo (EF) é o mais adequado aos dados da pesquisa. Entretanto, foi utilizada uma estratégia de efeitos fixos (EF) e de efeitos aleatórios (EA), e analisadas as diferenças entre os modelos comparando com o modelo *OLS - Pooled* (NUNES, MENEZES E DIAS JÚNIOR, 2013).

Portanto, pode-se concluir que as principais diferenças entre os modelos com efeitos aleatórios e os modelos com efeitos fixos residem no fato de que o primeiro considera a constante não como um parâmetro fixo, mas como um parâmetro aleatório não observável; o segundo pressupõe que estas diferenças se captam no termo de erro. (NUNES, MENEZES E DIAS JÚNIOR, 2013).

O modelo alternativo está detalhado na equação (3.2), e contempla também as variáveis explicativas e os efeitos fixos de setor e de estado, sendo estimada pelos modelos *OLS Pooled*, Efeito Aleatório e Efeito Fixo:

$$\text{LOG\_INVEST\_INOV}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{ECOINOV\_ORGANIZACIONAL}_{it} + \beta_2 \text{COOPERACAO}_{it} + \beta_3 \text{REGULA\_AMB}_{it} + \beta_4 \text{EXPORTACAO}_{it} + \beta_5 \text{MULTINACIONAL}_{it} + \beta_6 \text{HELP\_EST}_{it} + \beta_7 \text{INOV\_GESTAO\_PRODUTO}_{it} + \beta_8 \text{INOV\_GESTAO\_INFOR}_{it} + \beta_9 \text{LNPO}_{it} + \varphi f_{ij} + \Omega f_{is} + \varepsilon_{it} \quad (3.2)$$

### 5.3 Resultados empíricos

São apresentadas nesta seção as estimativas da performance do investimento em inovação das indústrias inovadoras brasileiras que adotaram ecoinovação organizacional no período de 2003 a 2011, cujos microdados foram coletados pela Pesquisa de Inovação – PINTEC do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Buscou evidenciar que a introdução da ecoinovação organizacional pelas indústrias inovadoras representadas na amostra estudada sobre o volume de investimento em inovação apresenta performance em nível mais elevado em comparação às indústrias que apenas adotaram apenas inovação ( $\beta_1 > 0^{25}$ ). A estratégia empírica adotada para evidenciar este fato contou com os Modelos de Regressão inicialmente representados pelo Modelo *OLS Pooled* e posteriormente foram aplicados: Modelo de Efeito Aleatório e Efeito Fixo.

---

<sup>25</sup> Considerando as equações (3.2).

A Tabela 10 demonstra na coluna (1) os coeficientes da regressão OLS *Pooled* como *background*. Os valores referentes a regressão OLS *Pooled* embora apontem para correlação positiva da performance das indústrias ecoinovadoras em relação às que não adotaram a ecoinovação, ainda que seja controlado para efeito fixo de Estado e Setor industrial, os seus estimadores são enviesados e inconsistentes, porque as variáveis que capturam efeitos específicos individuais são omitidas e potencialmente correlacionadas com outros regressores (ver SCHMIDHEINY, 2014, p.6).

A coluna (2) elenca os coeficientes estimados pelo Modelo Efeito Aleatório. A coluna (3) expõe os coeficientes calculados pelo Modelo Efeito Fixo. Também foram adicionadas as variáveis de controle, bem como efeito fixo de estado e setor industrial.

Tabela 10 - Efeito da ecoinovação organizacional sobre a performance das indústrias inovadoras.

	(1)	(2)	(3)
<b>ECOINOVAÇÃO ORGANIZACIONAL</b>	0.1480** (0.0559)	0.1704*** (0.0377)	0.1991** (0.0715)
<b>VARIÁVEIS DE CONTROLE</b>			
<b>REGULA_AMB</b>	2.6125*** (0.0642)	2.6861*** (0.0422)	2.6740*** (0.0772)
<b>COOPERACAO</b>	1.8623*** (0.0854)	1.8885*** (0.0564)	2.0130*** (0.1021)
<b>EXPORTACAO</b>	-0.2042 (0.1320)	-0.1101 (0.0853)	-0.1441 (0.1558)
<b>MULTINACIONAL</b>	0.5312*** (0.1151)	0.3542*** (0.0690)	0.4752*** (0.1357)
<b>INOV_GESTAO_INFOR</b>	0.5286*** (0.0543)	0.5687*** (0.0366)	0.4585*** (0.0672)
<b>INOV_GESTAO_PRODUTO</b>	0.3339*** (0.0518)	0.3932*** (0.0358)	0.3317*** (0.0675)
<b>APOIO_EST</b>	1.6443** (0.1705)	1.8695*** (0.0949)	1.4525*** (0.2108)
<b>LNPO - TAMANHO DA FIRMA</b>	0.5165*** (0.0208)	0.5499*** (0.0143)	0.5161*** (0.0244)
<b>DUMMY DE ESTADO</b>	SIM	SIM	SIM
<b>DUMMY DE SETOR</b>	SIM	SIM	SIM
<b>NÚMERO DE OBSERVAÇÕES</b>	29.035	29.035	29.035

Nota: Desvio-Padrão robusto entre parênteses. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1. Variável dependente nos Painéis (EA e EF) defasada pelo Índice FK: Log de Investimento em Inovação. Coluna (1) Modelo OLS Pooled; Coluna (2) Efeito Aleatório e Coluna (3) Modelo Efeito Fixo.

Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011). Elaboração própria.

Os resultados evidenciaram impacto positivo e significativo gerado pela introdução da ecoinovação organizacional nas indústrias inovadoras indicado pela performance, medida pelo

log do volume de investimento em inovação em relação às indústrias que apenas adotam inovação. Isto revela que uma firma quando adota a ecoinovação organizacional investe mais em inovação comparativamente àquelas que são apenas inovadoras. Resultados similares foram encontrados por Kesideu e Demirel (2012), estudando as indústrias do Reino Unido em 2006, porém com dados em *cross sections*. As estimativas dos autores foram realizadas através do Modelo de Heckman e sugerem que fatores organizacionais influenciam a decisão da firma para investir em ecoinovação assim como o seu nível de investimento.

O volume de investimento das indústrias que adotaram a estratégia da ecoinovação organizacional chegou aproximadamente 20% (Coluna 3) superior tomando-se como referência as indústrias que apenas inovaram, inserindo as variáveis de controle, efeito fixo de estado e setor. Isso sugere e evidencia que as inovações introduzidas na política organizacional pela indústria com vistas a implementar mudanças no sentido criar estratégias para gerir os impactos negativos no meio ambiente, permite que este tipo de indústria possua uma performance no investimento em inovação superior em relação àquelas que não fizeram esta introdução.

O Modelo de Efeito Fixo utilizado foi propício para minimizar o impacto das variáveis não observáveis constantes no tempo, caracterizando-se como uma inovação aplicada em termos metodológicos da literatura empírica internacional com foco voltado para a análise da ecoinovação organizacional. O trabalho colabora para a literatura empírica através da estratégia de identificação da performance, ao usar o nível de investimento em inovação no Brasil. Existem muitos trabalhos que avaliam o esforço inovador<sup>26</sup> expresso pelo investimento em P&D das empresas, limitando-se à produto/processo. Neste trabalho foi constatado que as indústrias inovadoras que adotaram a ecoinovação organizacional empreende esforços para inovar com maior influência do que àquelas que não implementaram a estratégia de ecoinovação organizacional.

#### **5.4 Considerações importantes**

A abordagem sobre inovação de natureza organizacional foi recentemente incorporada à concepção de inovação, antes, porém a inovação era conceituada no contexto do produto/processo. A ampliação do conceito de inovação é discutida no Manual de Oslo (2005), justificando que “[...]muito da inovação ocorrida sobretudo no setor de serviços e nas indústrias de transformação de baixa tecnologia não é apreendida de maneira adequada pelo conceito de inovação de produto/processo.” (PINTEC, 2011, p.13). Desta forma percebe-se que as discussões sobre as inovações organizacionais necessitam de ampliação da discussão dado a

---

<sup>26</sup> Como por exemplo os trabalhos de Cohen & Levinthal (1989); Costa & Queiroz (2002)

sua recente conceituação, saindo da abordagem tradicional da inovação. “Considera-se que a implementação de novidades organizacionais pode melhorar o uso de conhecimento, a eficiência dos fluxos de trabalho ou a qualidade dos bens e serviços para as empresas” (PINTEC, 2011, p. 62).

As evidências realizadas na seção 5 estiveram pautadas essencialmente nas indústrias que implementaram a inovação organizacional focada no meio ambiente, denominada deecoinovação organizacional na perspectiva de ampliar as discussões sobre o tema.

Buscou-se verificar a performance das indústrias extrativistas e de transformação que adotaram a ecoinovação organizacional como estratégia, estabelecendo relação com as indústrias que apenas inovaram. Ressalta-se que foram investigados 23 setores industriais nos 27 Estados brasileiros, evidenciando que foi coberto todo o território nacional, com 29.035 observações no período de 2003 a 2011. Esta estratégia possibilitou capturar os efeitos específicos de cada setor que as indústrias pertencem, bem como os efeitos das políticas de C, T & I<sup>27</sup> implementada em cada Estado.

Os métodos utilizados permitiram realizar análise sem a interferência de efeitos de variáveis não observadas e que são constantes ao longo do tempo, tais como o perfil empreendedor do gestor das indústrias. Sendo assim o efeito da ecoinovação organizacional sobre a performance das indústrias inovadoras adquire níveis maiores de confiabilidade quando se considera a eliminação do viés.

Os microdados das indústrias investigadas no período de 2003 até 2011 sugerem que as indústrias inovadoras que adotaram a ecoinovação organizacional empreendem esforços para inovar com maior influência do que àquelas que não implementaram a estratégia de ecoinovação organizacional. Isso significa que a performance de investimento em inovação das indústrias ecoinovadoras mostrou-se melhor em relação àquelas que apenas inovam. Esta constatação empírica pode auxiliar elaboradores de políticas públicas que fomentam inovações organizacionais voltadas para reduzir impactos ambientais, bem como gestores privados que desejam adotar a ecoinovação organizacional como estratégia eficiente que influencia nos investimentos em inovação.

O trabalho apresenta limitação porque a PINTEC não possui uma variável que mensura diretamente os investimentos realizados em ecoinovação. Esta vertente somente foi contornada adotando investimento em inovação (dispêndios de P&D) como realizado no trabalho de Brunnermeier e Cohen (2003).

---

<sup>27</sup> Ciência, Tecnologia e Inovação

Como proposta de pesquisas futuras sobreecoinovação organizacional sugere-se que possa ampliar as discussões utilizando a distinção entre os gastos de P&D implementados pelas indústrias inovadoras, destacando os recursos destinados especificamente para ecoinovação, bem como ampliar escopo de investigação para empresas de serviço e comércio. Infelizmente os microdados da PINTEC através do seu instrumento atual não possibilitam realizar este tipo de mecanismo, necessitando avanços nesta direção.

## 6 CONCLUSÕES

As atividades desenvolvidas na tese buscaram estabelecer uma forma objetiva de mensurar a ecoinovação. Sob o ponto de vista específico foi a ecoinovação ao nível das indústrias brasileiras o principal objeto de estudo delimitado para o trabalho. O estudo sobre os principais condutores da ecoinovação técnica foi realizado em uma amostra significativa de indústrias inovadoras, bem como sua performance mensurada pela participação dos produtos inovadores nas vendas líquidas. Também se pautou em investigar a influência da ecoinovação organizacional sobre volume de investimento em inovação das indústrias brasileiras.

A ecoinovação foi analisada sob duas perspectivas: 01- técnica, contemplando aspectos de otimização do uso de insumos no âmbito de produtos/processo; 02- organizacional dentro da abordagem da adoção de estratégias de gestão voltadas para a redução de danos ambientais. Foi conceituada através de uma conjuntura de aspectos que estão no contexto da abordagem sistêmica da inovação. Estes aspectos também foram abordados por Horbach; Rammer; Rennings (2012). A literatura citada traz a discussão sobre os fatores teóricos e empíricos relacionados aos aspectos principais da ecoinovação, sendo que cada um dos autores, no entanto, enfatiza um ou outro desses aspectos nas suas definições.

Com perspectiva de facilitar a discussão empreendida, a tese foi segmentada em 03 ensaios empíricos, sendo que o primeiro traz os principais condutores da ecoinovação técnica, focado na estratégia de cooperação com parceiros externos; o segundo trata da performance das indústrias ecoinovadoras medida pela participação dos produtos inovadores sobre as vendas líquidas e o último discute a performance dos investimentos em inovação da indústria ecoinovadora organizacional.

Cada ensaio empírico contempla modelo de regressão suportado pela literatura teórica e empírica de ecoinovação, trazendo inovações e importantes contribuições tanto na estratégia de identificação das variáveis, como foi o caso das multidimensões do ensaio 01, quanto no aspecto metodológico, evidenciado no ensaio 02 e na estratégia empírica apresentada na abordagem sobre ecoinovação organizacional discutida no ensaio 03. Adiciona-se aos dois últimos ensaios a eliminação de efeitos de variáveis não observáveis e constantes no tempo o que traz maior credibilidade a relação causal estimada pelos modelos.

Os dados empíricos levantados na base de microdados da PINTEC foram fundamentais para trazer resultados com validade relevante para subsidiar a análise realizada, bem como suportar as hipóteses levantadas no trabalho. Os dados foram obtidos ao nível da firma, sobre

inovação e ecoinovação, através da Pesquisa de Inovação que são de caráter sigiloso garantido em Lei e foram processados com cuidados especiais através da Sala de Sigilo do Centro de Documentação e Disseminação de Informações (CDDI) do IBGE. A PINTEC representa a mais abrangente no que se refere a inovação das indústrias no Brasil, cobrindo todo o território nacional, e tem como referência conceitual e metodológica a terceira edição do Manual de Oslo (2005).

No aspecto mais geral, os resultados obtidos nas análises chamaram a atenção, confirmando a discussão introduzida no referencial teórico deste trabalho no que se refere às complexidades que giram em torno da ecoinovação, mas que se buscou contornar através das estratégias empíricas adotadas nos modelos alternativos, trazendo significativas colaborações e avanços para a literatura empírica nacional e internacional.

As atividades realizadas nesta tese apresentaram níveis de dificuldades diferentes, principalmente tomando-se como referência cada ensaio empírico. As adequações das bases de dados da PINTEC 2005, 2008 e 2011 foi um procedimento realizada em todos os três ensaios para criação das variáveis que atendessem especificamente a cada modelo, sendo que estas foram acessadas exclusivamente na Sala de Sigilo do CDDI/IBGE. O acesso restrito à base de microdados foi um fator restritivo, principalmente pelo fato da demanda por dilatação do tempo da pesquisa. Para tanto foram tomados todos os cuidados com cada variável criada, configurando-a conforme a literatura empírica; adequação do setor industrial, com tradução do CNAE 1.0 para o CNAE 2.0, uma vez que a base de dados da PINTEC 2005 foi coletada com a CNAE 1.0. Posto isso, no ensaio 01 foi identificada a variável dependente em 04 dimensões a variável dependente (ECO\_INOV[.]), apresentando nível de dificuldade relativo elevado na mensuração da variável. No ensaio 02 foi criada a variável dependente participação percentual dos produtos inovadores nas vendas líquidas, sendo necessário criar estratégia de contabilização de três diferentes variáveis. E finalmente a criação do volume de investimento em inovação como variável dependente do ensaio 03, cuja principal complexidade residiu na mensuração através do somatório de diversas variáveis.

Foram tratadas neste trabalho questões sobre ecoinovação desenvolvidas no contexto das indústrias inovadoras, diferenciando das indústrias que realizam somente inovação, permitindo reduzir o viés de seleção. Estas abordagens são importantes dado que se buscou pontuar os principais fatores que afetam adoção da ecoinovação pelas indústrias, evidenciando estratégias de negócios pautadas em redução dos danos ambientais, possibilitando o desenvolvimento de organizações que minimizem os seus impactos sobre o meio ambiente. A

adoção da dimensão ambiental na estratégia global dos negócios foi também tratada por Reinhardt (1998).

As limitações que esta tese apresenta são refletidas em trabalhos que poderão ser desenvolvidos a partir da mesma. Em primeiro lugar pode-se destacar trabalhos que se propuserem a estudar os setores de serviço e comércio. Esta ampliação do estudo poderá ser realizada levando em consideração a importância relativa daecoinovação nestes setores.

Em segundo lugar, trabalhos também podem ser desenvolvidos no sentido de buscar estabelecer uma relação mais definitiva, entre as empresas que adotam tecnologias limpas e *end-of-pipe*, identificando os fatores da sua adoção (voluntária ou conformidade a padrões normativos). Infelizmente ainda não é possível estabelecer estas diferenciações com o conjunto de microdados do instrumento atual da PINTEC.

A definição de ecoinovação é um tema relativamente novo, a estimação de modelos alternativos deve ser estimulada, para que posteriores comparações possam ser realizadas.

Com relação aos principais condutores da ecoinovação evidenciados no ensaio 01, entende-se que a sua principal limitação, está na natureza ainda incompleta do instrumento da PINTEC que forma a sua base de microdados, visto que não coleta dados diretamente sobre ecoinovação. Acredita-se que este, quando aprimorado, deverão possibilitar a estimação de um modelo mais robusto. Esta mesma limitação pode ser observada no ensaio 02, portanto com avanços significativos que atenuam esta limitação, visto que a ecoinovação foi considerada pela redução dos impactos ambientais. Referente às limitações do ensaio 03 reporta-se que a base de microdados não traz variável que mensura diretamente os investimentos em ecoinovação organizacional.

O tema abordado nesta tese tem relevância para o contexto atual no nível das firmas como unidade de análise da pesquisa, visto que proporciona um debate pautado em evidências empíricas, utilizando base de dados inédita e modelos alternativos que foram capazes de diferenciar detalhes importantes para as conclusões da análise proposta. Também está alinhado com a perspectiva de auxiliar na reflexão e análise de elaboradores de políticas públicas voltados a Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil, associada à Política Industrial. O estudo também busca ampliar a sua discussão nos diversos setores da sociedade (acadêmico, empresarial, governamental, sociedade civil, etc). A proposição realizada no trabalho de analisar a ecoinovação sob o aspecto técnico (voltada para produtos e processos na redução de consumo de insumos) e organizacional (focado em estratégias de gestão ambiental) traz um

panorama capaz de dotar gestores privados de dados e informações sistematizadas sobre indústrias inovadoras pautadas na redução de danos ambientais, permitindo a minimização das externalidades negativas dos negócios. Evidencia que investimentos nesta área possuem performance superior comparativamente à atividade notadamente inovadora.

Finalmente a tese tem como perspectiva trazer evidências empíricas consubstanciadas na realidade vivenciada pelas empresas industriais brasileiras com significativas colaborações que subsidiem para reflexões e decisões de elaboradores de políticas públicas e gestores de organizações privadas, na perspectiva de inovações que gerem a redução de danos ambientais.

## REFERÊNCIAS

- ABADIE, A.; IMBENS, G. W. Simple and bias-corrected Matching Estimators for Average Treatment Effects. National Bureau of research economics, 2002.
- ALBORNOZ, F.; COLE, M.A.; ELLIOTT, R.J.R. e ERCOLANI, M.G. 'In search of environmental spillovers', *World Economy*, 32 (1), 2009.
- ALBUQUERQUE, E. M. Sistemas de inovação, acumulação científica nacional e o aproveitamento de “janelas de oportunidade”: notas sobre o caso brasileiro. Dissertação de Mestrado em Administração, Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 1995.
- ANGRIST, Joshua D. e PISCHKE, Jörn-Steffen. *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*, 2008.
- ANTON, W.R.Q.; DELTAS G. e KHANNA, M. Incentives for Environmental Selfregulation and Implications for Environmental Performance', *Journal of Environmental Economics and Management*, 48, pp. 632-654, 2004.
- AYRES, Robert U. Sustainability economics: Where do we stand? *Ecological Economics*. Volume 67, Issue 2, Pages 281–310, 2008
- ARAÚJO, R. D. Esforço inovador das firmas industriais brasileiras e efeitos transbordamentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32, Fortaleza. Anais... Fortaleza: ANPEC, 2004.
- ARBIX, G.; SALERNO, M. S.; DE NEGRI, J. A. Inovação, via internacionalização, faz bem para as exportações brasileiras. Brasília: IPEA, jun. 2004.
- ARUNDEL, A., KEMP, R . Measuring eco-innovation. UNU-MERIT Working Paper Series-017. 2009. In: KESIDOU, Effie; DEMIREL, Pelin. On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. *Research Policy*, 2012.
- BEISE, M., RENNINGS, K. Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. *Ecological Economics* , v. 52, n. 1, p. 5-17, 2005.
- BRAGA, H. C., WILLMORE, L. N. As importações e o esforço tecnológico: uma análise de seus determinantes em empresas brasileiras. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 44, n. 2, p.131-155, abr./jun. 1990
- BRUNNERMEIER, S.B., COHEN, M.A. Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries. *Journal of Environmental Economics and Management* 45 (2), 278–293. 2003
- CAI ,Wu-gan; ZHOU, Xiao-liang. On the drivers of eco-innovation: empirical evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 2014.
- CALZOLAIO, Aziz Eduardo. Política fiscal de incentivo à inovação no Brasil: análise do desempenho inovativo das empresas que usufruíram benefício da Lei nº 11.196/05 (Lei do Bem).Dissertação. Faculdade de Ciências Econômicas: UFRGS, 2011.
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics using stata*.Texas: Stata Press, 2009. 692p.
- \_\_\_\_\_. *Microeconometrics Methods and Applications*. New York: Cambridge University Press, 2005.
- CARRILLO-HERMOSILLA ; Javier; RÍO, Pablo del ; KÖNNÖLÄ, Totti. Diversity of eco-innovations: Reflections from selected case studies. *Journal of Cleaner Production*, 2009.

- CASSIOLATO, José E.; LASTRES Helena M.M. Inovação e desenvolvimento: a força e permanência das contribuições de Erber. In: Estratégias de desenvolvimento, política industrial e inovação: ensaios em memória de Fabio Erber. Organizadores: Dulce Monteiro Filha, Luiz Carlos D. Prado e Helena M.M. Lastres. Rio de Janeiro: BNDES, 2014.
- CHESBROUGH H. Open Innovation. Harvard University Press: Cambridge, MA, 2003.
- CLEFF, T. e RENNINGS, K. Determinants of environmental innovation-empirical evidence from the Mannheim Innovation Panel and an additional telephone survey. In: Hemmelskamp, J., Leone, F., Rennings, K. (Eds.), Innovation-oriented Environmental Regulation: Theoretical Approaches and Empirical Analysis. Physica Verlag, Heidelberg, New York, 1999a
- CLEFF, T. e RENNINGS, K. Determinants of environmental process and product innovation — evidence from the Mannheim Innovation Panel and a follow-up telephone survey, Special issue on integrated product policy, Karl, M., Orwat, C. (Eds), European Environment 9 (5), in press, 1999b
- COHEN, W. M., LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: the two faces of R&D. The Economic Journal, v. 99, p. 569-596, set. 1989.
- COLARES, Renata Barreto; MOLINA-PALMA, Manuel Antonio; SILVA Luiz Claudio Tavares; PEDRO, Joice da Silva; GONÇALVES, Tiago José Menezes. Rede de cooperação tecnológica: estudo das relações com parceiros nacionais e transnacionais. XVII Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru-SP, 2010.
- COSTA, I., QUEIROZ, S. R. R. Foreign direct investment and technological capabilities in Brazilian industry. Research Policy, v. 31, p. 1431-1443, 2002.
- DARNALL, N. Why firms mandate ISO 14001 certification. Business and Society 45 (3), 354–381. 2006. In: KESIDOU, Effie; DEMIREL, Pelin. On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. Research Policy, 2012.
- DEL RIO, P., MORAN, M. A. T. e ALBIÑANA, F. C. Analysing the determinants of environmental technology investments. A panel-data study of Spanish industrial sectors. Journal of Cleaner Production, 19, 1170-1179. 2011.
- DE MARCHI, Valentina; GRANDINETTI, Roberto. Who are the green innovators? An empirical analysis of firm's level factors driving environmental innovation adoption. Copenhagen-Dinamarca, 2012.
- DE MARCHI, Valentina. Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms. Research Policy, 2011.
- DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo; ALVES, Patrick Franco. Relações Universidade-Empresa no Brasil: o papel da infraestrutura pública de pesquisa. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada: Brasília-DF, 2013.
- DING, Ma; JIANMU, Ye. Eco-Innovation Determination based on Structural Equation Modeling: Identifying the Mediation and Moderation Effect. International Journal of Management Science and Business Administration, Volume 1, Issue 3, Pages 17-29, February 2015.
- DORAN, J; RYAN, G. Regulation and firm perception, eco-innovation and firm performance. European Journal of Innovation Management, 2012.
- EDWARDS, J. e DARNALL, N. 'Averting Environmental Justice Claims? The Role of Environmental Management Systems', Public Administration Review, 70(3), pp. 422-433, 2010.
- ERKMAN, S. Industrial Ecology: an historical view. Journal of Cleaner Production. 1-10. 1997.

Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015. Balanço das Atividades estruturantes. Brasília:MCTI, 2011.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. A. Emergence of a Triple Helix University-Industry-Government Relations. *Science and Public Policy*, v. 23, p. 279-286, 1996.

\_\_\_\_\_. Universities and the global knowledge economy: a triple helix of university-industry-government relations. London; New York: Pinter, 1997.

\_\_\_\_\_. The Triple Helix as a Model for Innovation Studies. *Science & Public Policy*, vo. 25, n. 3, p. 195-203, 1998.

\_\_\_\_\_. The dynamic of innovation: from national system and “Mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2001.

FABIANI, Sidirley ; SBRAGIA, Roberto. Tax Incentives for Technological Business Innovation in Brazil: The Use of the Good Law - Lei do Bem (Law No. 11196/2005).

*Journal of Technology Management & Innovation*, Volume 9, Issue 4, 2014.

FERRAZ, C.; SERÔA DA MOTTA, R. Regulação, Mercado ou Pressão Social? Os Determinantes do Investimento Ambiental na Industria Proceedings ANPEC- XXIX Encontro Nacional de Economia, Salvador-BA, 2001.

FREEMAN, C. Critical survey: the economics of technical change. *Cambridge Journal of Economics*, 18(5), 463-514, 1994.

FRYXELL, G.E., SZETO, A. The influence of motivations for seeking ISO 14001 certification: an empirical study of ISO 14001 certified facilities in Hong Kong. *Journal of Environmental Management* 65 (3), 223–238. 2002.

FRONDEL, M., HORBACH, J., RENNINGS, K.. End-of-pipe or cleaner production? An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries. *Business Strategy and the Environment* 16 (8), 571–584. 2007

FUSSLER, C.; JAMES, P. Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability, Pitman Publishing: London, 1996.

GALIA, Fabrice ; INGHAM, Marc; PEKOVIC, Sanja. Environmental Benefits of Forms of Innovations in French Manufacturing Firms. XXII Conférence Internationale de Management Stratégique, 2014

GARNER, A. e KEOLEIAN, G.A.Industrial Ecology: An Introduction. University of Michingan’s National Pollution Prevention Center for Higher Education: Ann Arbor, MI .1995

GEORG, S., ROPKE, I., JORGENSEN, U. Clean technology innovation and environmental regulation. *Environmental Resource Economics* 2, 533–550. 1992

In: KESIDOU, Effie; DEMIREL , Pelin. On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. *Research Policy*, 2012.

HAUSMAN, J. A. Specification tests in econometrics. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, pages 1251–1271, 1978.

HECKMAN, J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. Matching as an econometric evaluation estimator: evidence from evaluating a job training program. *Review of Economic Studies*, v. 64(4), n. 221, p.605-654, 1997.

HORBACH, J. Determinants of environmental innovation — new evidence from German panel data sources. *Research Policy* 37, 163–173. 2008.

- HORBACH, Jens; RAMMER, Christian; RENNINGS, Klaus. Determinants of eco-innovations by type of environmental impact — The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, 2012.
- IMBENS, G. M.; WOOLDRIDGE, J. M.. Recent Developments in the Econometrics of Program Evaluation. Nber: Working Paper, Cambridge, v. 47, n. 14251, p.5-86, ago. 2007
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistemas de contas nacionais – Brasil Referência 2010. Diretoria de Pesquisas (DPE), Coordenação de Contas Nacionais (CONAC), 2014.
- JAFFE, A.B., PALMER, G. Environmental regulation and innovation: a panel data study. *Review of Economics and Statistics* 79 (4), 610–619. 1996.
- KATO, Érika Mayumi; GOBARA, Caio, Luciano ROSSONI. Padrões de cooperação tecnológica entre setores na indústria brasileira: uma análise quantitativa dos dados da pintec 2001-2003. XXV Simpósio de Gestão Tecnológica, Brasília-DF, 2008.
- KEMP, R., OLSTHOORN, X., OOSTERHUIS, F., VERBRUGGEN, H., Supply and demand factors of cleaner technologies: some empirical evidence. *Environmental Resource Economics* 2, 614–634. 1992.
- KEMP, R., PEARSON, P.,. Final report MEI project about measuring eco-innovation, Maastricht. Disponível em: [www.merit.unu.edu/MEI2008](http://www.merit.unu.edu/MEI2008), 2008.
- KEMP, R. From end-of-pipe to system innovation. In: Paper Presented at the DRUID Summer Conference, Copenhagen, June 17–19, 2009.
- KESIDOU, Effie; DEMIREL, Pelin. On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. *Research Policy*, 2012.
- KHANDKER, Shahidur R.; KOOLWAL, Gayatri B.; SAMAD, Hussain A. Handbook on Impact Evaluation Quantitative Methods and Practices. Washington-DC: The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2010.
- LANOIE, P., LAURENT-LUCCHETTI, J., JOHNSTONE, N., AMBEC, S. Environmental policy, innovation and performance: new insights on the Porter hypothesis. *Journal of Economics and Management Strategy* 20 (3), 803–84, 2011.
- LAURSEN, Keld e SALTER, Ammon. Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. Wiley Online Library, 2006
- LECHNER, M. The estimation of Causal Effects by Difference-in-Difference Methods. *Foundations and Trends in Econometrics*. Vol.4, No.3 (2011) 165 – 224, 2011.
- LEYDESDORFF, L; ETZKOWITZ, H. The Transformation of University-industry government Relations. *Electronic Journal of Sociology*, v. 5, n. 4, 2001
- LUCCHESI, Andrea. Environmental Innovation: evidence from Brazilian manufacturing firms. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2013.
- MACULAN, Anne-Marie. Capacitação tecnológica e inovação nas empresas brasileiras: balanço e perspectivas. *Cadernos EBAPE/FGV Edição Especial*, 2005.
- MCTI/CGEE. Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável – Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.
- MELO, Andrea Sales Soares de Azevedo. Economia dos recursos naturais e seus indicadores de escassez: uma questão de sustentabilidade. *Revista Análise Econômica*, ano 23, nº44, 2005.

- OECD and Statistical Office of the European Communities (Eurostat). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. 3rd edition, OECD, Paris, 2005.
- OECD and Statistical Office of the European Communities (Eurostat), 1996. In: MACULAN, Anne-Marie. Capacitação tecnológica e inovação nas empresas brasileiras: balanço e perspectivas. Cadernos EBAPE/FGV Edição Especial, 2005.
- MALERBA, F. Sectorial systems of innovation and production. *Research Policy*, v. 31, n. 2, 2002.
- MANUAL DE OSLO. Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação. Produção. Produção: ARTI e FINEP. 3. ed. 2005.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. Uma teoria evolucionária da mudança econômica. Tradução de Cláudia Heller. Leituras de Economia Política, Campinas-SP, 2010
- NUNES, Tiago; MENEZES, Gabrielito; DIAS JUNIOR, Paulo. Reavaliação da Rentabilidade do Setor Bancário Brasileiro: Uma Abordagem em Dados em Painel (2000-2012). Encontro Nacional de Economia, ANPEC Anais..., 2013
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. OECD. The knowledge-based economy. 1996. (General distribution. OECD/GD, n.96, p.102)
- \_\_\_\_\_. Sustainable Manufacturing and Eco-Innovation: Framework, Practices and Measurement- Synthesis Report. OECD, Paris, 2009.
- OLIVEIRA, Vanessa Parreiras. Cooperação e inovação no Brasil e na União Européia: uma análise comparativa, a partir das evidências estatísticas da Pintec 2005 e do CIS 4, 2010
- Pesquisa de Inovação:(PINTEC) 2011 / IBGE, Coordenação de Indústria. – Rio de Janeiro : IBGE, 2013.
- PENROSE, E.T. The Theory of the Growth of the Firm. Oxford University Press, Oxford. 1959
- PINTO, Cristine Campos Xavier. Pareamento. In: PEIXOTO, Betânia *et.al.* Avaliação Econômica de Projetos Sociais. MENEZES FILHO, Naercio (Org.). 1.ed. São Paulo: Dinâmica Gráfica e Editora, 2012.
- PODCAMENI, Maria Gabriela Von Bochkor. Uma análise da indústria de transformação brasileira com ênfase no setor de combustível. (Dissertação) Instituto de Economia da UFRJ: Rio de Janeiro, 2007
- PODCAMENI, Gabriela; QUEIROZ, Julia; CASSIOLATO, José Eduardo; SOARES Maria Clara. Innovation systems, development and sustainability: a new productive paradigm? Evidences from Brazil. In: The Global Network for the Economics of Learning, Innovation, and Competence Building Systems (GLOBELICS), Buenos Aires, 2011.
- PODCAMENI, Gabriela; QUEIROZ, Julia. Inovação ambiental, regulação e competitividade: um estudo de caso para a indústria brasileira. IX Encontro Nacional da EcoEco. Brasília: 2011
- PORTER, M.E., VAN DER LINDE, C.. Toward a new conception of the Environment–Competitiveness relationship. *The Journal of Economic Perspectives* 9, 97–118, 1995
- PORTUGAL JÚNIOR, Pedro dos Santos; FORNAZIER Armando. Fatores indutores de inovações verdes nas firmas: notas para uma convergência entre a concepção neoschumpeteriana e a ação efetiva do Estado. Campinas: Leituras de Economia Política, 2012.

- REID, A. e MIEDZINSKI, M. Eco-innovation: Final Report for Sectoral Innovation Watch. Technopolis Group, Brighton, 2008.
- REINHARDT, F. L. Environmental Product Differentiation: Implications for Corporate Strategy. *California Management Review* 40, no. 4, p. 43–73, 1998.
- RENNINGS, Klaus . Redefining Innovation - Eco-Innovation Research and the Contribution from Ecological Economics. *Ecological Economics* 32, 319 – 332, 2000
- RIALP, J; SALAS, V. La colaboración empresarial desde la Teoría de los Derechos de Propiedad. *Investigaciones Económicas*, Vol. XXVI, 113-144, 2002.
- ROCHA, Romero; SOARES, Rodrigo R. Evaluating the impact of community-based health interventions: evidence from Brazil's Family Health Program. *Health economics*, v. 19, n. S1, p. 126-158, 2010.
- ROSEMBAUN, P. R.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, v. 70, p. 41-55, 1983.
- ROSENBERG, N. *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge University Press: Cambridge, U.K. 1982.
- RUSSO, M.V., HARRISON, N.S. Organizational design and environmental performance: clues from the electronics industry. *Academy of Management Journal* 48 (4), 582–593. 2005
- SANTOS, Marcia França Ribeiro Fernandes dos; XAVIER, Leydervan de Souza ; PEIXOTO, José Antonio Assunção. Estudo do indicador de sustentabilidade “Pegada Ecológica”: uma abordagem teórico-empírica. *Revista Gerenciais*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 29-37, 2008.
- SCHMIDHEINY, Kurt . *Short Guides to Microeconometrics*. Unversitat Basel, 2014.
- SCHUMPETER, J.A. *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1988.
- SEROA DA MOTTA, R. Analysing the environmental performance of the Brazilian industrial sector. *Ecological Economics* 57, 269-281, 2006.
- SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production* 16, 1699–1710, 2008.
- STOCK, J. H. e WATSON, M. W. *Introduction to econometrics*, volume 104. Addison Wesley New York, 2003.
- TEECE, D.J.; PISANO, G.; SHUEN, A. Dynamic capabilities and strategic management. *Strateg. Manag. J.* 18 (7), 509 e 533. 1997
- TIDD J.; BESSANT J.; PAVITT K.L R. *Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organisational Change* (2nd edn). Wiley: Chichester. 2000
- TRIGUERO Angela; MORENO-MONDÉJAR Lourdes; DAVIA María A. Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. *Ecological Economics*, 2013.
- VAN DEN BERGH, Jeroen C.J.M.; TRUFFER, Bernhard; KALLIS, Giorgos. Environmental innovation and societal transitions: Introduction and overview. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 2011.
- WERNERFELT, B. A resource-based view of the firm. *Strateg. Manag. J.* 5, 171 e 180. 1984.
- WINN, S.F., ROOME, N.J. R&D management responses to the environment: current theory and implications to practice and research. *R&D Management* 23, 147–160. 1993
- In: KESIDOU ,Effie; DEMIREL , Pelin. On the drivers of eco-innovations: Empirical evidence from the UK. *Research Policy*, 2012.

- WOOLDRIDGE, J. Econometric analysis of cross section and panel data. Cambridge, Massachusetts, London, England. 2001
- YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann; LUSTOSA, Maria Cecília Junqueira. Meio ambiente e competitividade na indústria brasileira. Revista de Economia contemporânea, 2001.
- ZIEGLER, A. e NOGAREDA, J.S. Environmental Management Systems and Technological Environmental Innovations: Exploring the Casual Relationship. Research Policy, 38, p. 885-893 . 2009

