

ECOINOVAÇÃO TÉCNICA AUMENTA A PERFORMANCE DAS INDÚSTRIAS INOVADORAS?

Olivan da Silva Rabêlo* Andrea Sales Soares de Azevedo Melo**

Resumo: A discussão sobre ecoinovação tem sido ampliada mais recentemente notadamente pela sua relevância para o desenvolvimento econômico e competitividade das empresas, principalmente as indústrias. Em um ambiente de indústrias inovadoras, este trabalho avalia o impacto da ecoinovação realizada em produto e/ou processo, conhecida como ecoinovação técnica, sobre a performance das empresas, esta medida pela participação percentual dos produtos inovadores nas vendas líquidas. Diversas variáveis de controle foram consideradas na análise de forma a contornar o viés da amostra. Os métodos de Diferença em Diferenças e *Propensity Score Matching* (PSM) foram aplicados aos microdados da PINTEC (IBGE), para o período entre 2003 e 2011, organizados na forma de painel, na perspectiva de reduzir o impacto do viés de variáveis não-observáveis e observáveis. Os resultados encontrados sugerem que a adoção da ecoinovação técnica aumenta a performance das indústrias inovadoras brasileiras.

Palavras chave: Gestão ambiental industrial, Estratégia, Ecoinovação.

Abstract: The discussion on eco-innovation has been extended more recently especially for their importance for economic development and competitiveness of enterprises, especially industries. In an environment of innovative industries, this study evaluates the impact of eco-innovation carried out in product and / or process, known as technical eco-innovation, on the performance of companies, as measured by the percentage share of innovative products in net sales. Several control variables were considered in the analysis in order to overcome the bias of the sample. The difference methods Differences and Propensity Score Matching (PSM) were applied to the microdata PINTEC (IBGE) for the period between 2003 and 2011, organized in the form of panel with a view to reducing the impact of variable bias unobservable and observable. The results suggest that the adoption of technical eco-innovation increases the performance of Brazilian innovative industries.

Keyword(s): Industrial environmental management, Strategy, Eco-innovation.

Classificação JEL: Q55

Área da ANPEC: Área 11 – Economia Agrícola e do Meio Ambiente

*Autor-UFMT. E-mail: olivanrabelo@yahoo.com.br

** PIMES/UFPE

1 Introdução

A inovação é reconhecida como um dos principais fatores facilitadores da competitividade, gerando efeitos positivos importantes sobre o desenvolvimento econômico. Dentro deste ambiente, a ecoinovação¹, como estratégia da empresa, 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 os efeitos da ecoinovação sobre a performance das empresas, algumas questões ainda permanecem sem resposta, o que se traduz em motivação e relevância para o presente estudo. As pesquisas desenvolvidas nesta área apresentam, pelo menos, quatro problemas. Em primeiro lugar, há aquelas que são baseadas em um número muito reduzido de organizações, configurando-se como estudos de caso. Depois há aquelas que estão pautadas em apenas poucos setores, como o realizado por Kato; Gobara e Rossoni (2008); Triguero; Moreno-Mondéjar e Davia (2013). Análises desta natureza, muito embora permitam um aprofundamento nas características do setor, dificultam que conclusões mais gerais possam ser tiradas. Terceiro, as pesquisas que foram desenvolvidas de forma mais ampla, foram realizadas apenas para as economias desenvolvidas, a exemplo de Kesidou e Demirel (2012). Neste caso, destacam-se as suas limitações para aplicação na realidade das economias menos desenvolvidas, dadas as especificidades de cada região que podem tornar a trajetória e efeitos da ecoinovação mais particular. E, por fim, os trabalhos que se concentram na comparação entre países, como discutido por Oliveira (2010), apresentam limitações, pois não contam com um banco de dados que seja plenamente comparável. Este fato limita análises comparativas mais consistentes; e até mesmo uma análise por dentro de determinados países, o que justifica a existência de poucos trabalhos, tanto em nível nacional como internacional, na área de ecoinovação.

Dentro desse ambiente, e do ponto de vista metodológico, esse trabalho traz alternativas de solução para alguns dos problemas encontrados, respondendo à seguinte questão-chave relacionada à performance da ecoinovação nas indústrias brasileiras: quais são os efeitos da adoção da ecoinovação sobre a performance da firma? Do ponto de vista empírico, utiliza-se o contexto das indústrias extrativistas e de transformação, no período de 2003 a 2011. Especificamente investigar-se-á se, e em quanto, a adoção da estratégia de ecoinovação afeta a performance dessas empresas, medida esta performance pela participação dos produtos inovadores nas vendas líquidas das mesmas.

A base de dados advém dos microdados da Pesquisa de Inovação - PINTEC², considerando-se as publicações dos anos de 2005, 2008 e 2011³. Para identificar o impacto da ecoinovação técnica na performance da firma, 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. Depois, 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. Por fim, foram introduzidas variáveis de

¹ Reconhecida como uma categoria de inovação.

² 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.

³ O uso desta base de dados traz algumas limitações ao trabalho. Em primeiro lugar, elas 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.

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 da inovação e da ecoinovação.

O conceito de ecoinovação utilizado contempla a ecoinovação técnica, delimitada como as iniciativas de inovação concebidas no âmbito dos produtos e/ou processos, com vistas à otimização do uso dos insumos, focada na conservação dos recursos ambientais.

A segunda seção faz uma revisão da literatura mais recente sobre o assunto e expõe a hipótese. A terceira seção apresenta a estratégia empírica; a quarta discute os resultados empíricos alcançados e, por fim, a quinta seção traz as considerações importantes relativas à pesquisa realizada.

2 Revisão da literatura e hipótese

2.1 Alguns aspectos sobre a ecoinovação

O início do século XX inaugurou as discussões sobre inovação através das ideias defendidas por Schumpeter, ao analisar as suas contribuições para a competitividade das economias desenvolvidas. 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).

Segundo as ideias de Schumpeter, a dinamização econômica recai em um processo inovativo que é conduzido pelo empresário inovador, principal agente das mudanças na economia capitalista. Mais recentemente, entretanto, tem-se ampliado a visão, e não que o empresário tenha pedido importância no processo de inovação, mas ele a tem partilhado com outros segmentos dentro do que se tem chamado de ambiente de inovação.

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 podem-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 os 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.

O conceito de ecoinovação emerge das discussões que relacionam inovação e sustentabilidade em uma perspectiva de reduzir os danos ao meio ambiente ocasionados pelas atividades produtivas (FUSSLER e JAMES, 1996; BEISE e RENNINGS, 2005; DE MARCHI, 2011; KEMP e PEARSON, 2008). Assim, 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 a redução do potencial poluidor das emissões através das externalidades negativas. Considerando

toda esta amplitude, ecoinovação técnica é definida nesta pesquisa como a iniciativa inovadora que busca diminuir o impacto da atividade industrial sobre o meio ambiente como ofertante do recurso natural, ou seja, diminui o uso do recurso natural.

2.2 Performance das empresas ecoinovadoras: uma revisão da literatura empírica

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.

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&I⁴, 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.

Calzolaio (2011) utilizando a base de dados da PINTEC 2000 e 2008, extraindo uma amostra das 251 empresas que acessaram a Lei do Bem⁵, que é a lei de incentivo à inovação, no período. 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 brasileiras, 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 nas empresas privadas, mas

⁴ Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

⁵ Lei nº 11.196/2005 de incentivo fiscal para a inovação.

também destacam as dificuldades para a utilização de incentivos fiscais previstos na Lei.

Em estudo sobre os condutores da ecoinovação do Reino Unido, Kesidou 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.

Pesquisando 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.

O Manual de Oslo (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

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

3 Estratégia Empírica

3.1 Dados da análise

Para testar a hipótese, 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 85⁶) 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 (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.

⁶ Número da variável no instrumento de coleta de dados da PINTEC. Informação válida também para as variáveis 86 e 87.

3.1.1 Variáveis explicativas

Com perspectivas de analisar o impacto da performance da ecoinovação 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

VARIÁVEIS EXPLICATIVAS	DEFINIÇÃO
COOPERACAO	DUMMY DE COOPERAÇÃO, SE A EMPRESA ADOTA A ESTRATÉGIA DE COOPERAÇÃO COM OUTRAS ORGANIZAÇÕES PARA INOVAR (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0).
REGULA_AMB	DUMMY DE ENQUADRAMENTO EM REGULAÇÕES, IGUAL A 1(UM) QUANDO AVALIADO COMO ALTO/MÉDIO IMPACTO E 0(ZERO) CASO CONTRÁRIO.
EXPORTACAO	DUMMY DE COMPETITIVIDADE. SE A EMPRESA EXPORTOU NO PERÍODO (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0).
MULTINACIONAL	DUMMY PARA EMPRESAS MULTINACIONAIS. SE É MULTINACIONAL (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0).
HELP_EST	DUMMY 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	DUMMY DE MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS NA ESTÉTICA, DESENHO, OU OUTRAS MUDANÇAS SIGNIFICATIVAS EM PELO MENOS UM DOS PRODUTOS. (SIM=1; CASO CONTRÁRIO=0)
INOV_GESTAO_INFOR	DUMMY 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].
ϕ_{ij}	EFEITO FIXO DE SETOR INDUSTRIAL. NO CASO ESTUDADO FORAM 23 SETORES INDUSTRIAIS.
Ω_{is}	EFEITO FIXO DOS 27 ESTADOS DA FEDERAÇÃO.
ε_{it}	TERMO DE ERRO

Fonte: Elaboração própria.

3.2 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 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 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, que 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 sobre a performance da ecoinovação foi implementado conforme detalhado na equação (2)⁷, e contém as variáveis explicativas e os efeitos fixos de setor e de Estado:

$$\begin{aligned} \text{PART_TOTAL_PROD}_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \text{REDUC_IMP_AMB}_{it} + \beta_2 \text{COOPERACAO}_{it} + \beta_3 \text{REGULA_AMB}_{it} \\ & + \beta_4 \text{EXPORTACAO}_{it} + \beta_5 \text{MULTINACIONAL}_{it} + \beta_6 \text{HELP_EST}_{it} \\ & + \beta_7 \text{INOV_GESTAO_PRODUTO}_{it} + \beta_8 \text{INOV_GESTAO_INFOR}_{it} + \beta_9 \text{LNPO}_{it} + \varphi fi \\ & + \Omega fi + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

O Método de *Propensity Score Matching* (PSM) que é uma técnica específica de pareamento, também foi empregado para constatar a hipótese. 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

⁷ Implementado com as regressões DD e PSM.

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, 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 predictor 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 escore de propensão para empresaecoinovadora i e P_j é a escore 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 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 ($\beta_1 > 0^8$). 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 (OSLO..., 2005) recomenda esta variável como indicador de performance das empresas inovadoras. A variável *dummy* ecoinovação foi implementada como tratamento 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

⁸ Considerando a equação (2).

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

	2005	2008	2011
% ECOINOVADORA	17,7	17	18,7
% NÃO ECOINOVADORA	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)
ECOINOVAÇÃO TÉCNICA	7.1903*** (0.4707)	2.8781*** (0.2346)	2.8413*** (0.2282)	2.8308*** (0.3165)
VARIÁVEIS DE CONTROLE	NÃO	SIM	SIM	SIM
DUMMY DE ESTADO	NÃO	NÃO	SIM	SIM
DUMMY DE SETOR	NÃO	NÃO	NÃO	SIM

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

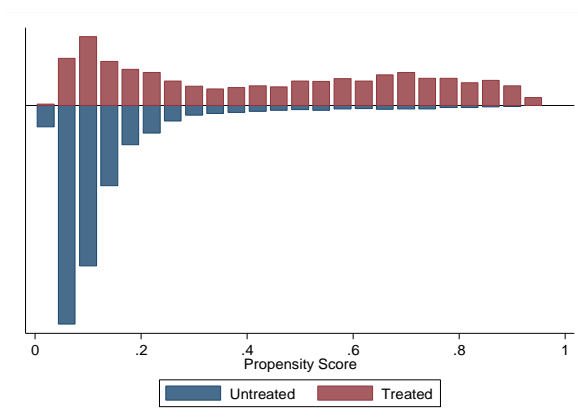
Fonte: Microdados PINTEC / IBGE, (2005, 2008 e 2011). Elaboração própria.

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 Kernel⁹. Destaca-se que a implementação do *Propensity Score* e o Kernel possibilitou a criação de um grupo de controle (não ecoinovadoras) que é semelhante o suficiente com o grupo de tratado

⁹ Estratégia de pareamento adotada na pesquisa. Para maiores detalhes ver seção 3.2

(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 da ecoinovação 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 da ecoinovação técnica sobre a performance das indústrias inovadoras estimado através da combinação DD+PSM

ECOINOVAÇÃO TÉCNICA	3.2574*** (0.0158)
VARIÁVEIS DE CONTROLE	SIM
DUMMY DE ESTADO	SIM
DUMMY DE SETOR	SIM
Nº DE OBSERVAÇÕES	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.

5 Considerações Finais

O efeito positivo da ecoinovação técnica das indústrias inovadoras sobre a participação percentual dos produtos inovadores nas vendas líquidas foi identificado de forma consistente e significativa pelos modelos utilizados, processando microdados em painel ao nível das indústrias brasileiras pesquisadas pelas PINTEC's 2005, 2008 e 2011. A medida de performance utilizada, proporção de produtos inovadores nas

vendas líquidas da empresa, é uma recomendação dos organismos de pesquisas internacionais da área de inovação, como a OCDE, através do manual de Oslo (OSLO..., 2005). Ela é uma medida importante porque, ao mesmo tempo em que está diretamente relacionada ao resultado da inovação efetivamente implementada pelas indústrias, ela também se distancia dos problemas ocasionados pelo uso das vendas líquidas como medida de performance, devido ao efeito das sazonalidades, cenário econômico, etc. Neste sentido, a medida representa uma proporção e não diretamente o valor das vendas líquidas.

Ecoinovação técnica neste trabalho foi entendida como aquela que permite a redução dos impactos ambientais considerados como média ou alta diminuição no uso de recursos naturais. A decisão de implementar a ecoinovação técnica converge para uma perspectiva de mudança da política empresarial no intuito de reduzir a intensidade de uso do recurso natural pela empresa. Contempla, assim, as indústrias que adotaram medidas inovadoras para que o processo produtivo, e os produtos por ela gerados, impactassem o meio ambiente em uma perspectiva de minimização. A introdução da ecoinovação técnica impacta as indústrias inovadoras de maneira que obtenham performance superior, permitindo uma diferenciação quando se compara às indústrias que não adotaram a ecoinovação.

No contexto do Sistema Nacional de Inovação, os resultados alcançados podem auxiliar aos elaboradores de políticas públicas no que se refere às 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. 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, em primeiro lugar, no âmbito metodológico, ao aplicar modelos econométricos que possibilitaram contornar os efeitos de viés das variáveis observáveis e não 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 que podem ser vistas em 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, consequentemente, 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.

REFERÊNCIAS

- ABADIE, A.; IMBENS, G. W. Simple and bias-corrected Matching Estimators for Average Treatment Effects. National Bureau of research economics, 2002.
- 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.

CALZOLAIO, Aziz Eduardo. Política fiscal de incentive 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.

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.

DE MARCHI, Valentina. Environmental innovation and R&D cooperation: Empirical evidence from Spanish manufacturing firms. Research Policy, 2011.

DORAN, J.; RYAN, G. Regulation and firm perception, eco-innovation and firm performance. European Journal of Innovation Management, 2012.

FABIANI, Sidirley ; SBAGIA, 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.

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

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, 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

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., PEARSON, P.,. Final report MEI project about measuring eco-innovation, Maastricht. Disponível em: 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.

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.

LUCCHESI, Andrea. Environmental Innovation: evidence from Brazilian manufacturing firms. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo: São Paulo, 2013.

OECD and Statistical Office of the European Communities (Eurostat). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. 3rd edition, OECD, Paris, 2005.

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.

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, 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.

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.

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.

SCHMIDHEINY, Kurt . Short Guides to Microeconometrics. Universitat Basel, 2014.

SCHUMPETER, J.A. A teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

TRIGUERO Angela; MORENO-MONDÉJAR Lourdes; DAVIA María A. Drivers of different types of eco-innovation in European SMEs. *Ecological Economics*, 2013.

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.