

AS MULTIDIMENSÕES DA ECOINOVAÇÃO: evidências empíricas dos principais condutores nas indústrias brasileiras focados na rede de cooperação

Olivan da Silva Rabêlo* Andrea Sales Soares de Azevedo Melo** Feliciano Lhanos Azuaga***

Resumo: Inovação e sustentabilidade têm sido consideradas como elementos fundamentais no posicionamento das empresas, notadamente nas indústrias. As conexões entre os dois conceitos, configuram-se no que é denominado de ecoinovação. Este artigo analisa as relações entre os principais condutores das ecoinovações introduzidas pelas indústrias inovadoras, com foco na estratégia da cooperação. A ecoinovação é analisada adotando-se uma estratégia de identificação multidimensional com perspectivas de obter resultados em 03 dimensões distintas, demonstrando as relações entre as variáveis independentes e variável de interesse. A literatura que discute as inovações ambientais se diferencia das demais inovações, buscando conhecer seus determinantes, 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 e a propensão da indústria inovadora de introduzir a ecoinovação. Analisamos uma amostra representativa das empresas industriais brasileiras entre o período de 2003 a 2011 através da regressão Logit Multinomial com microdados organizados em painel – com perspectivas de reduzir o impacto do viés de variáveis não-observáveis- baseado em dados coletados junto à Pesquisa de Inovação – PINTEC (IBGE). Os resultados econométricos estimados sugerem que a cooperação com parceiros externos praticada pelas indústrias inovadoras é facilitadora para elas adotem a ecoinovação. As estratégias adotadas no âmbito da gestão (informação e produto) das indústrias inovadoras também apontaram como significantes e positivamente correlacionada com a introdução da ecoinovação.

Palavras chave: Organização Industrial, Ecoinovação, Redes de Cooperação, Estratégia.

Abstract: Innovation and sustainability has an important role in companies positioning, mainly in industrial sector. The connection between the two concepts has been configured in what is known as eco-innovation. This paper analyzes the relationship between the main aspects of eco-innovations introduced by innovative companies, focusing on cooperation strategy. Eco-innovation is analyzed using a multidimensional identification strategy to get results in 03 different levels, identifying the relationship between the independent variable and outcomes. The literature discusses environmental innovations in different way from other innovations, focusing in its determinants, mainly the environmental regulations. This paper is characterized specifically by assigning different importance to the strategy of cooperation with external partners and the propensity of industry to introduce eco-innovation. We have analyzed a representative sample of industrial companies between the period 2003-2011 using a Logit Multinomial estimator - expecting reduce non-observable variables bias impact. The sample is based on data collected by the Innovation Survey - PINTEC (IBGE). The main results suggest that cooperation with external partners practiced by innovative industries is a specific feature to adopt eco-innovation. The strategies adopted in the management (information and product) of innovative industries are significant and positively correlated with the introduction of eco-innovation.

Keyword(s): Industrial organization, eco-innovation, cooperation networks, Strategy

Classificação JEL: L290, O310, Q570

Área da ANPEC: Área 9 – Economia Industrial e da Tecnologia

*Autor-PIMES/UFPE. E-mail: olivanrabelo@yahoo.com.br

** PIMES/UFPE

***Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

1 Introdução

A busca por novas possibilidades de transformar o conhecimento em inovação - e em riqueza, por consequência - envolve inúmeros atores. Não é tarefa apenas de governos, mas do conjunto da sociedade, representada por academia, setor empresarial, entidades de categorias profissionais, entidades do terceiro setor, entre outros (MCTI/CGEE, 2010). Considerando as articulações e interrelações entre esses atores, a inovação se constitui num fator-chave para a geração de impactos positivos na economia e pode ter atributos como a sustentabilidade e a efetivação de incrementos no bem-estar social.

A inovação tem sido reconhecida como um dos principais fatores que impactam positivamente a competitividade e o desenvolvimento econômico dos países. Portanto, 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, 2011).

Como uma categoria de inovação, a ecoinovação surge com perspectivas de encontrar soluções alternativas para as problemáticas ambientais contemporâneas; caracterizando-se 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.

Apesar das pesquisas sobre ecoinovação se apresentarem em um processo ascendente, a investigação neste campo é ainda limitada. Existe um número relativamente crescente de estudos que diferem a ecoinovação de outras inovações (ou mesmo inovações convencionais), tanto relativamente às externalidades produzidas quanto aos seus principais condutores, destacando-se a importância da regulação, notadamente a ambiental (ver PORTER e VAN DER LINDE, 1995; RENNINGS, 2000). Porém, existem poucas evidências empíricas com capacidade de demonstrar as especificidades da ecoinovação no que se refere à sua concepção e implementação, e a importância da regulação neste contexto. No Brasil em particular, este fato é ainda mais agravado, pois a “legislação ambiental apresenta poucos instrumentos econômicos, favorecendo políticas de comando e controle” segundo Lucchesi *et. al.*, (2014, p.09), muito embora estes últimos pesquisadores realizaram esta análise ao avaliar os dados da indústria brasileira.

Além da regulação, há outros inúmeros fatores que influenciam na adoção da ecoinovação¹, mas, ao nível da firma, pode-se dizer que a integração com outros agentes sociais, buscando atingir os objetivos interorganizacionais convergentes, tem sido uma importante estratégia. As redes de cooperação estabelecidas entre os agentes que compõem os sistemas dos ambientes organizacionais (seja internamente e/ou externamente) são primordiais para a consolidação da inovação, e mais especificamente para a ecoinovação. Hemmelskamp (1999) e Mazzanti e Zoboli (2005) tentaram provar que as redes de atividades seriam importantes condutores para a ecoinovação, em especial as redes de fornecedores e parceiros, que podem assumir um papel motivador para a implementação de tecnologias focadas em inovações ambientais. Estes estudos, contudo, não analisaram evidências empíricas, fazendo apenas uma abordagem qualitativa das mesmas.

Neste cenário surgiu a principal motivação deste artigo, que buscou discutir se a estratégia de cooperação com parceiros externos é um fator relevante para a introdução da ecoinovação, isso sem deixar de reconhecer a complexidade sistêmica inerente à sua adoção. A ecoinovação pode se revelar como um elemento de importância significativa para o desenvolvimento de processos econômicos dinâmicos e competitivos ao nível da firma, com foco na sustentabilidade. Como campo de investigação científica, entretanto, com informações sistematizadas com potencial de auxiliar formuladores de políticas públicas e estratégias privadas, ainda é muito pouco discutida na literatura, e em especial no Brasil.

De uma forma mais ampla, pode-se dizer que a manutenção da competitividade da economia brasileira, em que há uma forte disputa comercial no plano nacional e internacional, está diretamente associada à adoção das inovações. Ao mesmo tempo, também o fortalecimento de sua base industrial a fim

¹ E da inovação de uma forma mais geral.

de alcançar padrões mínimos de diversificação e competitividade dependerá da permanente incorporação de novas tecnologias (ENCTI/MCTI, 2011). De forma particular as inovações ambientalmente sustentadas deveriam ter um maior espaço no âmbito da produtividade brasileira, devido à sua proeminência, como País, nas discussões multilaterais que se levam no ambiente mundial.

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 só estão disponíveis na Sala de Sigilo do Centro de Documentação e Disseminação de Informações (CDDI) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e os dados 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.

O artigo contribui para a literatura deecoinovação em duas principais vertentes: para a literatura empírica internacional, no que se refere à metodologia, o modelo econométrico utilizado permite testar a hipótese a partir de dados disponibilizados em painel, em que a estratégia de identificação da ecoinovação foi realizada em multidimensões, aplicando-se a regressão Logit Multinomial. Este formato de organizar os dados em painel, possibilitou reduzir problemas com as variáveis não observáveis e a estratégia multinomial forneceu maior riqueza de detalhes sobre a ecoinovação. Avança também nas discussões das indústrias brasileiras, relativamente a Lucchesi (2013), tanto relativamente ao modelo utilizado, como por considerar as redes de cooperação na análise. Além disso, este estudo distingue as ecoinovadoras no universo das indústrias inovadoras, permitindo minimizar o impacto do viés de seleção da amostra, bem como a introdução de variáveis de controle da gestão, com perspectivas de monitorar os seus efeitos.

A segunda seção faz uma revisão da literatura mais recente; os dados e a metodologia são apresentados na terceira seção; a evidenciação dos principais resultados do trabalho é realizada na seção 4; e finalmente as considerações finais, limitações do estudo e sugestões de pesquisas futuras são discutidas na seção 5.

2 Revisão da literatura e hipótese

As três subseções seguintes trazem: uma breve contextualização teórica sobre a inovação e sua convergência na visão sistêmica; uma conceituação sobre ecoinovação e suas conexões com a economia do meio ambiente; e finalmente uma revisão da literatura empírica sobre os condutores da ecoinovação, enfatizando as redes de cooperação.

2.1 Contexto teórico sobre inovação

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: governo, universidades, empresas privadas, institutos de pesquisas, organizações sem fins lucrativos, etc.

Na visão neoshumpeteriana, a ideia inicial do empresário solitário trazendo inovações para os mercados foi substituída por uma imagem permeada de diferentes atores que trabalham juntos em processos iterativos de tentativa e erro para realizar a exploração comercial bem sucedida de uma ideia nova (SCHUMPETER, 1942/87; ROSENBERG, 1982; TIDD, BESSANT e PAVITT, 2000; LAUSSER e SALTER, 2006). Entende-se, assim, 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 cada país, região ou atividade produtiva (CASSIOLATO; 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, as inovações abertas, discutidas por Chesbrough (2003), apresentam a ideia de integração com fontes externas nos processos de inovação e estratégia competitiva das empresas, em uma perspectiva de que estas fontes podem ser mais valiosas do que as fontes internas. Laursen e Salter (2006) descrevem que com o uso de novos modelos de inovação, muitas empresas inovadoras mudaram a forma de como 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&D²; 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.

2.2 Ecologia industrial e suas conexões com a ecoinovação

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 (2005, p.06) adotam o conceito de 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. 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 ao 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: o fato de ser baseado em uma visão subjetiva de inovação (ou seja, a inovação tem de ser nova para a empresa); 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.

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.

² Pesquisa e Desenvolvimento.

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 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).

2.3 Condutores e impactos daecoinovação sob a ótica da literatura empírica

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. 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 (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 o 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). Evidências empíricas encontradas por Podcameni (2007) mostram que as empresas 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 de oferta, lado da demanda e fatores regulatórios incentivam a adoção de diferentes tipos de ecoinovação (produto, processo e organizacional). Os seus resultados também mostraram que a participação de 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 produtos com nenhum impacto significativo sobre o meio ambiente, enquanto as outras três formas de inovações: de processo, inovações organizacionais e marketing têm um impacto positivo e

significativo sobre a pegada ambiental da empresa.

As estratégias de redes de cooperações 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 brasileiras³, 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 nas empresas europeias e que há, entre elas, uma maior interação com os demais agentes do Sistema Nacional de Inovação. 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: Entre as indústrias inovadoras brasileiras, as estratégias estabelecidas no âmbito da cooperação para inovação são facilitadoras da adoção da ecoinovação por essas indústrias.

3 Descrição do estudo empírico

3.1 Dados da análise

Os dados usados nesta pesquisa 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 motivo se deve ao fato de 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 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)⁴. Esta padronização pode permitir

³ Utilizando a base de dados da PINTEC 2003.

⁴ Ressalta-se que não houve mudança significativa que impactasse nas variáveis delimitadas neste trabalho contidas na Pesquisa de Inovação (PINTEC) 2005.

que comparações com outros países sejam feitas, dado que o instrumento de coleta possui similaridades, ainda que este trabalho não proponha esta atividade.

Da ampla base de dados da PINTEC, esta pesquisa se baseou apenas em 23 setores das indústrias extrativistas e de transformação brasileiras, distribuídas nos seus 27 estados, por serem estes setores os que possuem a maior parte das fontes poluidoras. A Tabela 1 traz o número de indústrias inovadoras por ano, segundo os dados da PINTEC. Entretanto como o interesse desta pesquisa é investigar os condutores daecoinovação dentro de um ambiente apenas de firmas inovadoras (que estivessem presentes nos três períodos de tempo considerados), no total das 42.985 indústrias dos setores extrativistas e de transformação levantadas na PINTEC, foram validadas as informações de 35.060 indústrias.

Tabela 1: Número de indústrias inovadoras antes de integrar as bases de dados.

| ANO | NÚMERO DE FIRMAS |
|-------|------------------|
| 2005 | 12.996 |
| 2008 | 15.926 |
| 2011 | 14.063 |
| TOTAL | 42.985 |

Fonte: Dados da pesquisa

Nota: Processado na pesquisa através da base de microdados da PINTEC 2005, 2008 e 2011.

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 foi a indústria do fumo com 0,26%⁵. O setor dos produtos minerais não-metálicos representou 5,61%, a indústria química 4,92%, celulose e papel 2,9%, coque e derivados de petróleo 1,14%. Estes são apontados como setores com grau elevado de fontes poluidoras pela literatura (ver ALBORNOZ *et. al.*, 2009). Em termos das regiões brasileiras, os dados tiveram a seguinte configuração: Região Sudeste concentrou 54,88%, as indústrias da região Sul representaram 27,41%, o Nordeste com 9,69% seguido do Centro-Oeste com 4,42% e finalmente o Norte com 3,7%⁶.

3.2 Variáveis analisadas

3.2.1 Mensurando a ecoinovação 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 como *proxies* para a ecoinovação. A mensuração através do número de patentes pode levar a uma subestimação das inovações, como no caso das inovações incrementais que por ventura não sejam protegidas em forma de patentes, ou a uma sobre-estimação das inovações como aquelas que, por exemplo são protegidas, mas foram inviabilizadas por razões de natureza diversa. E as despesas com P&D representam uma medida de entrada das atividades inovadoras em vez de saída (DE MARCHI, 2012).

Nesta pesquisa utiliza-se como unidade de mensuração da ecoinovação a auto avaliação, realizada pelo empresário das empresas estudadas, sobre a importância dos impactos das inovações implementadas na área ambiental. Esta medida de ecoinovação foi também utilizada por Horbach (2008), De Marchi (2012), e Lucchesi (2013), porém não mensurada como através da estratégia multidimensional desenvolvida neste trabalho, conforme demonstra a Tabela 2.

Foram criadas 4 variáveis de ecoinovação, conforme apresentado na Tabela 2, sendo que foram criadas de forma cumulativa, para serem utilizadas em um modelo logit multinomial. Todas as 4 variáveis são variáveis *dummies*, representando situações de alto ou médio impacto conforme percebido pelo

⁵ Apêndice A.

⁶ Apêndice B.

empresário de cada indústria investigada⁷.

No caso das indústrias em questão e do formulário da PINTEC em particular, a classificação da variável ECO_INOV [...] 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^{8,9}.

Tabela 2: Definição das variáveis dependentes da ecoinovação no processo produtivo, número de empresas e representatividade por dimensão de ecoinovação.

| VARIÁVEL | DEFINIÇÃO | Nº de Empresas | Representatividade no grupo das empresas inovadoras |
|---------------------------------------|---|----------------|---|
| ECO_INOV [0] Variável <i>dummy</i> | 1- Não foram identificados impactos em nenhuma das 3 variáveis, ou seja, eles foram considerados não relevantes ou de baixo impacto. 0(zero) – caso contrário. [Não-Ecoinovadora] | 28.237 | 80,54% |
| ECO_INOV [1] Variável <i>dummy</i> | 1 - Foi identificado impacto em uma das três variáveis: matéria-prima, energia ou água. 0(zero) – caso contrário. | 3.370 | 9,61% |
| ECO_INOV [2] Variável <i>dummy</i> | 1 - Foi identificado impacto em duas das três variáveis: matéria-prima, energia e/ou água. 0(zero) – caso contrário. | 1.900 | 5,42 |
| ECO_INOV [3] Variável <i>dummy</i> | 1 - Foi identificado impacto nas três variáveis: matéria-prima, energia e água. 0(zero) – caso contrário. | 1.553 | 4,43 |
| Total de Observações | | 35.060 | 100% |

Fonte: Elaborado na pesquisa

As duas últimas colunas da Tabela 2 apresentam o número de empresas 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, sendo que 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. Neste sentido esta estratégia de identificação da variável ecoinovação implementada neste artigo é baseada na literatura empírica e adequada para os dados coletados na PINTEC. Também foi similarmente realizada por Horbach; Rammer e Rennings (2012); e Lucchesi (2013).

3.2.2 Identificando a cooperação para a inovação e as variáveis de controle

Para testar a hipótese de que as estratégias de cooperação para inovação são facilitadoras da adoção da ecoinovação nas indústrias brasileiras, 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). A variável *dummy* cooperação também foi utilizada como tratamento por De Marchi (2012).

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 artigo, 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

⁷ 1 = impacto percebido como médio ou alto; 0 = impacto não relevante ou percebido como baixo.

⁸ No questionário da PINTEC estas são as variáveis 102, 103 e 104, respectivamente.

⁹ A estrutura das perguntas para cada uma das três variáveis pode ser vista em PINTEC, 2011.

ambiental sobre a adoção daecoinovação das indústrias brasileiras, acreditando-se que a adequação às normas seja um importante fator de determinação na decisão da firma de ecoinnovar.

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 se a origem do capital da empresa, definido como nacional ou estrangeira, é fator que conduz a empresa ecoinnovar, como foi também estudado por Ferraz e Seroa da Motta (2001). No caso das duas variáveis, os autores citados identificaram uma correlação positiva entre as variáveis e a probabilidade de ecoinnovar nas estimações realizadas.

Estudos sobre ecoinnovação chegaram a resultados de que tamanho da firma afeta a propensão de ser ecoinnovadora, enfatizando as dificuldades de pequenas e médias empresas para tratar as complexidades da ecoinnovação, 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). Espera-se que esta variável esteja positivamente correlacionada com a probabilidade da introdução da ecoinnovação 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 ambiente de empresários com perfil inovador e empreendedor. Todavia, por existir a possibilidade da ecoinnovação 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. Em relação às inovações organizacionais com foco nas ecoinnovadoras, Edwards e Darnall (2010); 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 verificar as 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 para analisar a 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 com perspectivas de influenciar a adoção da ecoinnovação.

O Quadro 1 sintetiza as variáveis de tratamento e controle utilizadas no artigo. A Tabela 3 demonstra a estatística descritiva do conjunto das variáveis contabilizadas em dados em painel para a amostra advinda das PINTEC 2005, 2008 e 2011.

Quadro 1: Variáveis de Tratamento e Controle – condutores da ecoinnovação.

| VARIÁVEIS: TRATAMENTO/CONTROLE | DEFINIÇÃO |
|-----------------------------------|---|
| COOPERACAO | Variável <i>Dummy</i> de tratamento 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 [<i>ln</i> número de empregados]. |
| δ_t | Efeito fixo de tempo (ano) |
| Ω_{it} | Efeito fixo de firma |
| ϵ | Termo de erro |

Fonte: Elaborado na pesquisa

3.3 Método adotado na pesquisa

A estimação foi realizada através do modelo Logit Multinomial com dados em painel. As indústrias estudadas foram observadas nas PINTEC's 2005 (contempla 2003, 2004 e 2005); 2008 (contendo 2006, 2007 e 2008) e 2011 (inclui 2009, 2010 e 2011). Os dados em painel levantados concentraram-se em poucos períodos ($t=3$) e elevado número de observações ($n=35.060$), o que representa uma vantagem em utilizá-lo na organização dos dados.

Tabela 3 - Estatística Descritiva - Dados em Painel

| Variável: | Medida | Número de Obs. | Média | Desvio Padrão |
|---|------------------------------|----------------|--------|---------------|
| Dependente: ECO_INOV [0,1,2 e 3] | | | | |
| Tratamento/Controle: | | | | |
| COOPERACAO | Variável <i>Dummy</i> | 35.060 | 0.0993 | 0.2990 |
| REGULA_AMB | Variável <i>Dummy</i> | 35.060 | 0.1938 | 0.3953 |
| EXPORTACAO | Variável <i>Dummy</i> | 35.060 | 0.0560 | 0.2299 |
| MULTINACIONAL | Variável <i>Dummy</i> | 35.060 | 0.0946 | 0.2926 |
| HELP_EST | Variável <i>Dummy</i> | 35.060 | 0.0312 | 0.1738 |
| INOV_GESTAO_PRODUTO | Variável <i>Dummy</i> | 35.060 | 0.4192 | 0.4934 |
| INOV_GESTAO_INFOR | Variável <i>Dummy</i> | 35.060 | 0.3862 | 0.4869 |
| LnPO - Tamanho da Firma | Log (nº de pessoas ocupadas) | 35.060 | 321.40 | 1275.68 |

Fonte: Dados da pesquisa

Dados em painel são mais úteis quando há a suspeita de que a variável dependente está em função de variáveis explicativas que não são observáveis, mas correlacionadas 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. (ver detalhes em SCHMIDHEINY, 2014).

A estratégia de construção da variável dependente ECO_INOV [.] foi estrategicamente criada em multidimensões com perspectivas de permitir a aplicação da regressão Logit Multinomial de tal maneira que possibilitasse auferir maior riqueza de detalhes das ecoinovadoras nas inferências realizadas sobre as correlações com as variáveis explicativas do modelo. Destaca-se que foram inseridas duas variáveis de controle (INOV_GESTAO_PRODUTO e INOV_GESTAO_INFOR) para capturar os efeitos que a inovação da gestão (produto e informação) exerce sobre a adoção da ecoinovação.

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 $p(Y = j | x)$, com $j = 0, 1, 2, \dots, n$. No caso desta pesquisa foram delimitadas 3 categorias (ou dimensões) distintas para a ecoinovação ($j = 1, 2$ ou 3), além da possibilidade de ausência de ecoinovação ($j=0$). No caso das empresas em questão e do formulário da PINTEC em particular, a classificação de empresa ecoinovadora levou em consideração a resposta dada às questões sobre inovação de processo implementada pelas indústrias, ou seja, sobre as empresas que são inovadoras.

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

x_i = é a matriz de atributos observáveis das empresas;

β = 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 identificação do modelo, o β_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 da 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 a categoria de base (ECO_INOV[0])

O modelo Logit Multinomial é estimado pelo método de máxima verossimilhança, sendo que a função de verossimilhança pode ser derivada definindo, para cada empresa $d_{ij} = 1$, se a alternativa j é escolhida pela empresa i , um e somente um dos d_{ij} 's é 1. Assim, a função de verossimilhança torna-se uma generalização do modelo Logit, como:

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^J d_{ij} \ln \text{Prob}(Y_i=j \mid x_i)$$

Os dados foram estimados com o modelo Logit Multinomial de acordo com a equação (1).

$$\begin{aligned} \text{ECO_INOV}_{it} = & \beta_1 \text{COOPERACAO}_{it} + \beta_2 \text{REGULA_AMB}_{it} + \beta_3 \text{EXPORTACAO}_{it} + \\ & \beta_4 \text{MULTINACIONAL}_{it} + \beta_5 \text{HELP_EST}_{it} + \beta_6 \text{INOV_GESTAO_PRODUTO}_{it} + \\ & \beta_7 \text{INOV_GESTAO_INFOR}_{it} + \zeta_t + \Omega_{it} + \epsilon_{it} \end{aligned} \quad (1)$$

4 Principais resultados

As estimativas desenvolvidas neste trabalho são apresentadas nesta seção, contendo os principais condutores da ecoinovação das indústrias brasileiras no período de 2003 a 2011, a partir dos dados coletados pela Pesquisa de Inovação - PINTEC. Com a perspectiva de demonstrar a adoção da ecoinovação pelas indústrias representadas na amostra estudada, foram estimadas três regressões distintas em cada dimensão da respectiva ecoinovação, através de Logit Multinomial, encontradas na Tabela 4. Nesta Tabela, a coluna (1) demonstra a ecoinovação da dimensão 1; a coluna (2) contém a ecoinovação dimensão 2 e a coluna (3) possui a ecoinovação dimensão 3. 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, além da inclusão de efeito fixo de tempo e de firma.

A vantagem de se usar dados em painel é que eles controlam efeitos não observáveis, evitando possível viés de variável omitida, como por exemplo a capacidade empreendedora dos gestores. Assim, estas variáveis são assumidas como constantes ao longo do período de tempo analisado pelo modelo. A variável dependente foi estrategicamente identificada de tal forma que permitiu delimitar quatro dimensões: 0 (não-ecoinovadora), 1, 2 e 3. A variável dependente ECO_INOV[0] - não-ecoinovadora - é a base de referência para as outras três dimensões, ou seja, todas as demais foram relacionadas a esta base referencial. Destaca-se que esta colaboração metodológica para a literatura empírica foi realizada com perspectivas de detalhar os efeitos que os condutores da ecoinovação exercem sobre a introdução da mesma nas indústrias, dadas as complexidades inerentes a sua adoção.

A variável COOPERACAO apareceu como altamente significativa, e possui coeficiente positivo para todas as dimensões da ecoinovação. A Tabela 4 revela que uma cooperação adicional estabelecida pela indústria aumenta em 0,64 unidade o log da razão de possibilidade multinomial esperada da ecoinovação 01 sobre a não-ecoinovação na coluna (1), mantendo todas as demais variáveis do modelo constantes, ou seja, um aumento de uma unidade de cooperação externa espera-se que o risco relativo de ser ecoinovadora

dimensão 1 ao invés de ser não ecoinovadora aumenta o equivalente ao exponencial de 0,64 que é 1,91 aproximadamente. A magnitude deste coeficiente se reduz e é estimado em aproximadamente 0,58(1,77)¹⁰ unidade na ecoinovação dimensão 2 (ver coluna 2); quando se analisa a ecoinovação dimensão 3 (contido na coluna 3), o log razão de possibilidade multinomial esperada sobre as não-ecoinovadoras é de aproximadamente 0,81(2,25). Desta forma, pode-se evidenciar a importância que a cooperação exerce como condutora da ecoinovação, considerando todas as 03 dimensões estabelecidas neste artigo. 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 são impactadas pela estratégia de cooperação em maior magnitude na dimensão 3 do que em relação às demais dimensões da ecoinovação. De Marchi (2012) também encontrou um impacto positivo da cooperação sobre a ecoinovação, utilizando, porém, a regressão Logit Binomial.

Tabela 4 - Condutores da Ecoinovação

| Variável Dependente:ECO_INOV [0,1,2 e 3] | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Logit Multinomial | Logit Multinomial | Logit Multinomial |
| | (1) | (2) | (3) |
| COOPERACAO | 0,6459*** (0,1001) | 0,5763*** (0,1194) | 0,8102*** (0,1299) |
| REGULA_AMB | 1,7540*** (0,0743) | 2,2461*** (0,0937) | 2,7572*** (0,1163) |
| EXPORTACAO | -0,0862 (0,1402) | 0,2756 (0,1795) | -0,3322 (0,2133) |
| MULTINACIONAL | -0,0663 (0,1170) | -0,0689 (0,1489) | 0,1401 (0,1449) |
| HELP_EST | 0,4138** (0,1819) | 0,3876 (0,2359) | 0,6980*** (0,1852) |
| INOV_GESTAO_PRODUTO | 0,4278*** (0,0658) | 0,3488*** (0,0867) | 0,3819*** (0,1031) |
| INOV_GESTAO_INFOR | 0,2774*** (0,0727) | 0,3330*** (0,0961) | 0,6896*** (0,1236) |
| LnPO - Tamanho da Firma | 0,0526** (0,0236) | 0,0727** (0,0324) | 0,0372*** (0,1235) |
| Dummy de Ano | Sim | Sim | Sim |
| Dummy de Firma | Sim | Sim | Sim |
| Número de Observações | 35.060 | 35.060 | 35.060 |

Nota: Desvio Padrão robusto entre parênteses. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.
A ECO_INOV [0] é a base referencial (*base outcome*).

A variável REGULA_AMB se configura como altamente significante e coeficiente positivo em todos os modelos analisados, evidenciando que o incremento de uma regulamentação ambiental 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).

A variável EXPORTACAO não se mostrou significativa em nenhuma das três dimensões, tendo sido

¹⁰ O valor entre parênteses refere-se risco relativo (rrr) que é o exponencial dos valores dos logs da razão de possibilidade multinomial representados pelos coeficientes da Tabela 4.

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 maisecoinovação. 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 àecoinovação, pelo contrário.

A variável MULTINACIONAL também foi insignificante 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 asecoinovações dimensões 1 e 3 são significantes e positivas, confirmando a relevância do papel exercido pelo contexto institucional representado pela espera pública na promoção de iniciativasecoinovadoras nas indústrias. Estimativas similares foram encontradas em Fabiani e Sbragia (2014). Tratando-se daecoinovação dimensão 2, a variável é não-significante, muito embora mantenha o coeficiente positivo

As inovações de natureza organizacional foram verificadas em duas variáveis INOV_GESTAO_PRODUTO e INOV_GESTAO_INFOR, buscando capturar as estratégias empreendedoras implementadas na gestão do produto e da informação respectivamente. Os resultados estimados revelaram que são positivas e altamente significantes em todas as dimensões daecoinovação. Triguero, Moreno-Mondéjar e Davia (2013) e Galia, Ingham e Pekovic (2014) discutiram sobre a influenciadas inovações organizacionais sobre as inovações ambientais e chegaram a resultados semelhantes aos que foram levantados neste artigo.

A variável LNPO representou o tamanho da empresa no modelo estimado que apresentou características similares naecoinovação dimensões 1,2 e 3, contendo coeficiente positivo e significante. Isto sugere que o tamanho da empresa pode ser relevante para a indústria introduzir aecoinovação. Indica que um aumento de 01 trabalhador resulta em aumentar o log da razão de possibilidade multinomial esperada daecoinovação 2 com magnitude maior do que as demais dimensões. Podcameni (2007) também encontrou estimativas em que o tamanho da empresa sugere facilitar a adoção daecoinovação, mas a análise dela enfatiza o setor de combustíveis.

5 Considerações finais

O tema abordado neste trabalho tem relevância para o contexto atual no nível das indústrias extrativistas e de transformação que efetivamente implementaram inovações no processo, como unidade de análise da pesquisa, visto que proporciona um debate pautado em evidências empíricas sobre condutores da adoção, realizadas por estas indústrias, da estratégia daecoinovação, focada na cooperação. Foi utilizada base de dados com amplo número de indústrias em 23 setores, sendo que não foram constatadas publicações envolvendo as discussões tratadas neste artigo relacionados aos microdados da PINTEC 2011. Ressalta-se que os métodos utilizados foram capazes de diferenciar detalhes importantes para o devido refinamento que conduziu a análise realizada.

Este trabalho está alinhado com a perspectiva de auxiliar na reflexão e análise de elaboradores de políticas públicas voltados a Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil e até mesmo estabelecer comparações com outros países, embora não tenha sido o foco desta abordagem. O estudo concentra-se naecoinovação em uma perspectiva de ampliar a sua discussão nos diversos setores da sociedade (acadêmico, empresarial, governamental, sociedade civil, etc). Tendo em vista as atividades que foram desenvolvidas

no trabalho, o principal desafio superado foi estabelecer uma discussão sobre ecoinovação dado que a literatura econômica atribui pouca atenção para os seus efeitos nas empresas quando se compara com pesquisas empíricas realizadas em empresas não-ecoinovadoras (ou simplesmente inovadoras).

Para tanto os dados empíricos levantados na base de microdados da PINTEC, permitiram uma análise útil 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 DE MARCHI, 2012; SEURING e MÜLLER, 2008). A análise confirma que as características da empresa e estratégias de gestão do produto e informação são condutores da ecoinovação em suas diferentes dimensões. Os resultados sugerem 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, de forma significativa para as dimensões 1 e 3. Curiosamente quanto às indústrias exportadoras, os resultados são não significantes e se revelam negativamente correlacionados com as ecoinovações dimensões 1 e 3, e na dimensão 2 apresenta correlação positiva, porém também não-significante. A estratégia de identificação da variável dependente em 03 dimensões se reverte na contribuição metodológica deste trabalho para a literatura empírica, porque possibilitou distinguir, detalhadamente, os principais condutores da ecoinovação dentre os esforços empreendidos pelas indústrias inovadoras, controlando as características não observáveis e que são constantes ao longo do tempo através dos dados dispostos em painel. Isso pode ser também fundamental para subsidiar especialistas em inovação, bem como servir de suporte à tomada de decisão pelos gestores públicos e privados. Ressaltamos que os dados da PINTEC analisados são passíveis de limitações quanto à investigação da ecoinovação, visto que o instrumento ainda não apresenta conjunto de variáveis capazes de levantar dados e informações com maior amplitude com foco na ecoinovação, o que justifica a estratégia de identificação da ecoinovação implementada neste artigo, articulando variáveis direcionadas à otimização da utilização dos insumos que impactam o meio ambiente (água, energia e matéria-prima). 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, bem como a intensidade das suas interações.

REFERÊNCIAS

- ALBORNOZ, F.; COLE, M.; ELLIOT, R. AND ERCOLANI, M. IN SEARCH OF ENVIRONMENTAL SPILLOVERS. *THE WORLD ECONOMY*, 2009.
- ANTON, W.R.Q.; DELTAS, G.; 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*, 2008.
- 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, 2008.
- BEISE, M., RENNINGS, K. LEAD MARKETS AND REGULATION: A FRAMEWORK FOR ANALYZING THE INTERNATIONAL DIFFUSION OF ENVIRONMENTAL INNOVATIONS. *ECOLOGICAL ECONOMICS* 52, 5-17, 2005
- 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.
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *MICROECONOMETRICS USING STATA*. TEXAS: STATA PRESS, 2009. 692p.

- 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
- 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.
- DEL RIO, P.; MORÁN, 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. ENVIRONMENTAL INNOVATION AND R&D COOPERATION: EMPIRICAL EVIDENCE FROM SPANISH MANUFACTURING FIRMS. RESEARCH POLICY, 614-623, 2012.
- 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.
- ENCTI/MCTI - ESTRATÉGIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO 2012-2015. BALANÇO DAS ATIVIDADES ESTRUTURANTES. BRASÍLIA: MCTI, 2011.
- EDWARDS, J.; 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 CLEAN PRODUCTION, P.1-10, 1997.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. A. UNIVERSITIES AND THE GLOBAL KNOWLEDGE ECONOMY: A TRIPLE HELIX OF UNIVERSITY-INDUSTRY-GOVERNMENT RELATIONS. LONDON; NEW YORK: PINTER, 1997.
- _____. EMERGENCE OF A TRIPLE HELIX UNIVERSITY-INDUSTRY-GOVERNMENT RELATIONS. SCIENCE AND PUBLIC POLICY, V. 23, P. 279-286, 1996.
- _____. L. THE DYNAMIC OF INOVATION: 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.
- _____. THE TRIPLE HELIX AS A MODEL FOR INNOVATION STUDIES. SCIENCE & PUBLIC POLICY, VO. 25, N. 3, P. 195-203, 1998.
- 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.; SEROA DA MOTTA, R. REGULAÇÃO, MERCADO OU PRESSÃO SOCIAL? OS DETERMINANTES DO INVESTIMENTO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA. ANAIS XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, ANPEC, 2001.
- 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, ANDY; KEOLEIAN, GREGORY A. INDUSTRIAL ECOLOGY: AN INTRODUCTION. ANN ARBOR, MI: NATIONAL POLLUTION PREVENTION CENTER FOR HIGHER EDUCATION, 1995.
- GREENE, WILLIAN. H. ECONOMETRIC ANALYSIS. 6 ED. NEW JERSEY: PEARSON PRENTICE HALL, 2008
- HEMMELSKAMP, J. THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL POLICY ON INNOVATIVE BEHAVIOUR: AN ECONOMETRIC STUDY. FONDAZIONE ENI ENRICO MATTEI WORKING PAPER No. 18.99, 1999
- 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.
- JAFFE, A.B., PALMER, G. ENVIRONMENTAL REGULATION AND INNOVATION: A PANEL DATA STUDY. REVIEW OF ECONOMICS AND STATISTICS 79 (4), 610–619. 1997.
- KATO, ÉRIKA MAYUMI; GOBARA, CAIO; ROSSONI, LUCIANO. 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.
- KESIDOU, EFFIE; DEMIREL, PELIN. ON THE DRIVERS OF ECO-INNOVATIONS: EMPIRICAL EVIDENCE FROM THE UK. RESEARCH POLICY, 2012.
- 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
- 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.
- LUCCHESI, ANDREA; COLE, MATTHEW A.; ELLIOT, ROBERT, J. R.; MENEZES-FILHO, NAÉRCIO A. DETERMINANTS OF ENVIRONMENTAL INNOVATION IN BRAZILIAN MANUFACTURING INDUSTRIES. ANAIS DO XLII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA DA ANPEC – CD-ROM, 2014.
- MANUAL DE OSLO. DIRETRIZES PARA COLETA E INTERPRETAÇÃO DE DADOS SOBRE INOVAÇÃO. PRODUÇÃO: ARTI E FINEP. 3. ED, 2005.
- MAZZANTI, M., ZOBOLI, R. THE DRIVERS OF ENVIRONMENTAL INNOVATION IN LOCAL MANUFACTURING SYSTEMS. ECONOMICA POLITICA 3, 399–438, 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.
- 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.
- PINTEC - PESQUISA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: PINTEC 2011 / IBGE, COORDENAÇÃO DE INDÚSTRIA. RIO DE JANEIRO : IBGE, 2011.
- 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, M.G.V.B; 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
- RENNINGS, K. REDEFINING INNOVATION-ECO-INNOVATION RESEARCH AND THE CONTRIBUTION FROM ECOLOGICAL ECONOMICS. ECOLOGICAL ECONOMICS, 32, 319-322, 2000.
- ROSENBERG, N. INSIDE THE BLACK BOX: TECHNOLOGY AND ECONOMICS. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS: CAMBRIDGE, U.K., 1982
- SCHMIDHEINY, KURT. SHORT GUIDES TO MICROECONOMETRICS. PANEL DATA: FIXED AND RANDOM EFFECTS, 2014.
- SCHUMPETER, J.A. CAPITALISM, SOCIALISM AND DEMOCRACY. UNWIN: LONDON. 1942/87
- SEROA DA MOTTA, R. ANALYZING 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.
- TIDD, J.; BESSANT J.; PAVITT K.L.R. MANAGING INNOVATION: INTEGRATING TECHNOLOGICAL, MARKET AND ORGANIZATIONAL CHANGE (2ND EDN). WILEY: CHICHESTER, 2000.
- TRIGUERO ANGELA; MORENO-MONDEJAR LOURDES; DAVIA MARÍA A. DRIVERS OF DIFFERENT TYPES OF ECO-INNOVATION IN EUROPEAN SMES. ECOLOGICAL ECONOMICS, 2013.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Setores Industriais e % de participação em relação ao total da amostra

| Setor Industrial - CNAE 2.0 até 3 dígitos | % em relação ao total |
|--|------------------------------|
| Extrativistas | 2,22 |
| Alimentos | 12,35 |
| Bebidas | 1,48 |
| Fumo | 0,26 |
| Têxtil | 4,45 |
| Confecções | 8,09 |
| Couro | 4,92 |
| Indústria de Produtos de Madeira | 3,85 |
| Celulose, papel e produtos de papel | 2,9 |
| Indústria de Impressão | 1,55 |
| Coque, derivados de petróleo e biocombustíveis | 1,14 |
| Produtos Químicos | 4,92 |
| Farmoquímica e Farmacêutica | 1,52 |
| Borracha e Plástico | 6,61 |
| Produtos Minerais e não-metálicos | 5,61 |
| Metalúrgica | 10,46 |
| Produtos de Informática, Eletrônicos e Ópticos | 3,54 |
| Máquinas, aparelhos e materiais elétricos | 3,35 |
| Máquinas e equipamentos | 7,12 |
| Automóveis, Reboques e Carrocerias | 5,27 |
| Móveis | 4,06 |
| Produtos Diversos | 2,63 |
| Prod. de manutenção, reparos e instalações | 1,7 |

APÊNDICE B - Distribuição % da amostra das indústrias por Região do Brasil

| Indústrias por Região do Brasil | |
|--|------------------------------|
| Região do Brasil | % em relação ao total |
| Sudeste | 54,78 |
| Sul | 27,41 |
| Nordeste | 9,69 |
| Centro-Oeste | 4,42 |
| Norte | 3,7 |