

DETERMINANTES DA ECO-INOVAÇÃO NO BRASIL: UMA ANÁLISE A PARTIR DA PINTEC 2011¹

Munique Santos Moura²

Ana Paula Macedo de Avellar³

Resumo: Nos últimos anos a questão ambiental ganhou relevância nos debates econômicos e políticos ao redor do mundo. Nessa nova onda de discussões ambientais, um paradigma que ganhou relevância nas discussões foi a Economia Verde. Esta abordagem empírica propõe medidas e soluções mais concretas que provocam mudanças internas no sistema produtivo, principalmente por meio do uso de Tecnologias Verdes e de Eco-Inovações. Porém, apesar das Eco-Inovações serem uma realidade consolidada na literatura internacional, no Brasil poucos estudos foram desenvolvidos. O objetivo deste artigo é estabelecer um panorama geral da adoção de Eco-Inovações no Brasil, identificando suas características e seus principais determinantes. Para isso, serão estimados modelos probabilísticos (probit e Heckprobit) com base nos microdados por empresa presentes na Pesquisa de Inovação (PINTeC) de 2011. Os resultados encontrados mostram que as empresas eco-inovadoras no Brasil são, em geral, empresas de capital nacional, não fazem parte de um grupo, não são exportadoras e recebem poucos incentivos do governo. Quanto aos determinantes, os resultados indicam que a decisão de eco-inovar tende a ser influenciada principalmente pela busca de melhores estruturas organizacionais que permitam uma maior flexibilidade produtiva e com menores custos, bem como são influenciadas pela intenção das empresas em conquistar novos mercados e de melhorar a qualidade ou imagem do produto ou serviço.

Palavras-Chave: Economia Verde, Eco-Inovações, Probit.

Abstract: In recent years, the environmental issue has gained importance in the economic and political debates around the world. In this new wave of environmental discussions, a paradigm that has gained relevance in the discussions was the green economy. This initiative proposes measures and concrete solutions that cause internal changes in the productive system, mainly using green technologies and Eco-innovations. Despite the caveats and criticism surrounding the topic, both the green technologies and Eco-innovations have become increasingly evident and significant on the world stage. However, despite the Eco-innovations are a proven reality and consolidated in international literature, in Brazil, little attention has been given to them. Thus, the objective of this article is to establish an overview of adoption of Eco-innovations in Brazil, identifying characteristics and its main determinants. For this, will be estimated probabilistic models (probit and Heckprobit) based on micro-data for company on Innovation Research (PINTeC) of 2011. The results show that eco-innovative companies in Brazil are, in general, national capital companies, aren't part of a group, neither exporters and receive a few Government incentives. The results shows that Brazilian Eco-Innovations determinants tends to be influenced primarily by the search of better organizational structures that allow greater flexibility and lower production costs, as well as the intention of the companies conquer new markets and to improve the quality or image of the product or service.

Keywords: Green Economy, Eco-Innovations, Probit.

Área 9: Economia Industrial e da Tecnologia

JEL: O31, Q55.

¹ As autoras agradecem o apoio da Fapemig e CNPq.

² Mestre em Economia pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). E-mail:muniquemoura@hotmail.com

³ Professora Associada I do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia. Pesquisadora CNPq e Fapemig. E-mail: anaavellar@ufu.br

1. INTRODUÇÃO

Com o intuito de contribuir para a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável e que amenize o impacto da ação do homem sobre a natureza, a teoria econômica tem se preocupado cada vez mais em destacar a dimensão ambiental em seus modelos e análises. Embora essa preocupação notória seja mais recente, a relação entre economia e meio ambiente pode ser evidenciada desde os primeiros desenvolvimentos teóricos que fundamentam a Ciência Econômica, onde os recursos naturais eram importantes para explicar a geração de riqueza nas sociedades, isto é, sua produção e distribuição, o que fica evidente pelo conhecimento geral da definição clássica do objeto de estudo da Economia, qual seja, compreender a alocação e a distribuição ótima dos recursos escassos com a finalidade de atender necessidades ilimitadas.

Recentemente, um novo paradigma de organização econômica que ganhou relevância foi o da chamada Economia Verde (ou Iniciativa da Economia Verde). Segundo essa iniciativa, não há um trade-off entre sustentabilidade ambiental e progresso econômico, de forma que é possível compatibilizar progresso econômico com preservação ambiental. Porém, para que isso ocorra, é necessário superar as barreiras que impedem a transposição do modo de produção atual, o que pode ser feito por meio da aplicação do conceito de “decoupling” (dissociação entre a melhora da qualidade de vida das sociedades e/ou crescimento econômico e a intensidade da utilização dos recursos naturais e/ou geração de impactos ambientais), um dos pilares da Economia Verde. Este conceito pode ser compreendido como a dissociação entre a melhora da qualidade de vida das sociedades (e/ou crescimento econômico) e a intensidade da utilização dos recursos naturais (e/ou geração de impactos ambientais). Isso seria feito promovendo a realocação de investimentos, a crescente utilização de tecnologias ambientais e/ou incentivando as Eco-Inovações (inovações que reduzem o impacto ambiental).

Apesar das ressalvas e críticas que circundam o tema, tanto as tecnologias verdes quanto as Eco-Inovações têm se tornado cada vez mais evidentes e notórias no cenário mundial, o que pode ser observado pelo aumento do número de publicações sobre esse assunto. Porém, apesar das Eco-Inovações serem uma realidade comprovada e consolidada na literatura internacional, no Brasil pouca atenção tem sido dada a elas, fatos facilmente corroborados pelo número de publicações sobre o tema. Não obstante os estudos brasileiros serem pouco numerosos, dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC) apontam a crescente evolução da adoção de Eco-Inovações no Brasil, o que faz necessário a análise deste fenômeno, buscando identificar suas características e seus determinantes. Logo, o objetivo deste artigo é estabelecer um panorama geral da adoção de Eco-Inovações no Brasil, identificando suas características e seus principais determinantes.

Desse modo, este artigo visa contribuir para a literatura sobre as Eco-Inovações brasileiras em várias dimensões. Em primeiro lugar, busca demonstrar o caráter multidisciplinar da discussão das tecnologias verdes e das Eco-Inovações, ao considerar três abordagens distintas (Economia do Meio Ambiente, Economia Verde e Teoria Evolucionária da firma), que dialogam entre si, propiciando uma análise mais robusta e assertiva, porém, não trivial. Segundo, evidenciando as semelhanças e as diferenças, a pesquisa fornecerá uma análise comparativa entre as empresas que realizam Eco-Inovações e as que realizam outros tipos tradicionais de inovação. Em terceiro lugar, fornecerá um estudo de quais são os determinantes da Eco-Inovação nas empresas brasileiras. E finalmente, ao cumprir com os objetivos propostos, o trabalho pretende fornecer evidências que possam auxiliar na formulação de políticas que incentivem essas novas atividades inovativas, uma vez que a difusão das mesmas favorece um desenvolvimento produtivo e tecnológico de baixa entropia.

Quanto à estrutura do trabalho, além desta seção introdutória, a pesquisa está dividida em quatro seções. Na segunda seção capítulo será apresentado e discutido o referencial teórico que sustenta a compreensão dos conceitos e definições da Eco-Inovação, bem como os seus principais determinantes. Na terceira seção serão apresentados detalhadamente a metodologia e a base de dados utilizada, explicando a construção das variáveis de pesquisa, bem como as estatísticas descritivas, considerando os grupos de empresas abordados, tanto para as variáveis binárias quanto para as variáveis contínuas. A Quarta seção buscará identificar os principais determinantes da Eco-Inovação brasileira em termos gerais e em relação

ao tipo de Eco-Inovação adotada (Consumo de Materiais, Consumo de Energia, Consumo de Água, Meio Ambiente, Gestão Ambiental). Por fim, o artigo encerra com as considerações finais.

1. ECO-INOVAÇÃO: CONCEITOS, DEFINIÇÕES E DETERMINANTES

Na literatura internacional, identificam-se os termos Eco-Inovação (eco-innovation), inovação verde (green innovation), inovação sustentável (sustainable innovation), inovação ambiental (environmental innovation) e clean-innovation como sinônimos (BERNAUER et al., 2006; DE MARCHI, 2012; VEUGELERS, 2012). Dentre estes, a Eco-Inovação e a inovação ambiental têm sido os mais usados. Porém, neste trabalho propõe-se que o termo Eco-Inovação seja adotado como a melhor terminologia para identificar o fenômeno estudado, uma vez que permite uma noção mais ampla dos efeitos do fenômeno do que a permitida pela noção de inovação ambiental. A inovação ambiental é um conceito mais restrito e se refere às inovações que são previamente planejadas e destinadas para reduzir a degradação ambiental, enquanto as Eco-Inovações, além dessas citadas, engloba também as inovações que reduzem os impactos ambientais, sem que esse seja o objetivo principal da ação, sendo assim uma definição mais abrangente. Para Bernauer et al. (2006, p. 3), as Eco-Inovações são todas as inovações que tem um efeito positivo sobre o meio ambiente, independentemente deste efeito ser seu principal objetivo. Desse modo, para toda e qualquer menção de inovações relacionadas ao meio ambiente terão como conceito base o da definição de Eco-Inovação, assim como foi utilizado em Hoff, Avellar e Andrade (2015).

As Eco-Inovações podem ocorrer ao longo de todo ciclo de vida do produto, fazendo com que seus impactos e efeitos não fiquem circunscritos apenas no interior da firma, pelo contrário, essas inovações tendem a gerar “transbordamentos” para outros setores (OECD, 2012). Assim como no Manual de Oslo (FINEP, 2005), as Eco-Inovações também podem ser categorizadas por: inovações de processo, de produto e organizacionais. As inovações de processo são aquelas em que a redução dos impactos ambientais foi causada por meio de melhorias nos processos de produção, tais como ciclos fechados para solventes, reciclagem de material, ou filtros no final do processo. Já as inovações em produto são aquelas oriundas de redução dos impactos ambientais durante todo o ciclo de vida do produto, como por exemplo, a redução das emissões de CO_2 geradas pelo consumo de combustíveis ou pela diminuição da composição de metais pesados existentes nas baterias (BERNAUER et al., 2006). Por fim, as inovações organizacionais não reduzem os impactos ambientais diretamente, mas facilitam a realização de inovações ambientais técnicas (processo e produto) nas empresas (MURPHY; GOULDSON, 2000).

Diante do exposto, percebe-se que a forma pela qual as Eco-Inovações são divididas e analisadas se assemelha muito a abordagem realizada pela teoria evolucionária. Porém, as Eco-Inovações possuem certas características distintivas que as tornam diferentes das demais, tais como o problema da dupla externalidade e a existência de determinantes regulatórios com “push/pull effects” (RENNINGS, 2000; DE MARCHI, 2012). Quanto ao problema de dupla externalidade, para Beise e Rennings (2005), ele ocorre porque a adoção de Eco-Inovações gera ‘transbordamentos’ que são facilmente acessados pelos concorrentes devido aos benefícios gerados. Com isso, dado o elevado custo dessas tecnologias em comparação com as tradicionais e o baixo nível de apropriabilidade desses tipos de inovações, a consequência inevitável é a redução dos incentivos que as empresas tem em investir em inovações ecológicas. A soma desses fatores leva ao principal diferencial das Eco-Inovações com as demais, que é o papel das regulações e políticas ambientais como um fator preponderante de incentivo à adoção de Eco-Inovações por parte das firmas. Segundo Rennings (2000), de modo geral os determinantes da Eco-Inovação podem ser sumarizados em três fatores: o desenvolvimento tecnológico (technology push), os fatores oriundos da demanda (market pull) e os fatores relacionados ao ambiente regulatório (regulatory push/pull-effect). Além desses fatores, outros aspectos têm ganhado igual relevância nas discussões teóricas sobre o tema, que são os determinantes internos da firma, os quais tem como base os desenvolvimentos teóricos e empíricos neoschumpeterianos da inovação.

i) *Fatores regulatórios*

O processo econômico gera externalidades negativas que são, em última instância, inevitáveis. A externalidade é um fenômeno que pode acontecer entre consumidores, entre empresas ou entre combinações de ambos. Como forma de minimizar estes efeitos negativos, a regulação ambiental se torna um mecanismo

de ação importante. Segundo Rennings (2000), a regulação é um dos principais determinantes da Eco-Inovação, pois o desenvolvimento tecnológico e a demanda, por si só, não conseguem ser suficientemente eficazes para incentivar e alavancar este tipo de inovação, tal como as outras tecnologias. Isso ocorre devido ao problema da dupla externalidade, uma vez que o conhecimento correspondente é facilmente acessado pelos imitadores e os benefícios ambientais gerados têm uma característica de “bem público”. Assim, há uma dificuldade por parte do inovador de se apropriar dos lucros advindos da Eco-Inovação, reduzindo os incentivos privados em adotá-las (RENNINGS, 1998, 2000; BEISE, RENNING, 2005). Além disso, as Eco-Inovações são mais dispendiosas e específicas, fazendo com que o desenvolvimento e propagação de sua realização sejam menos difusos e mais lentos (RENNINGS, 2000; HORBACH, 2008). Porém, Porter e Van de Linde (1995) afirmam que as regulações e políticas ambientais podem beneficiar não só o meio ambiente, mas também as indústrias reguladas. Os autores afirmam que uma regulamentação ambiental mais rigorosa e específica pode incentivar as empresas a buscarem inovações que minimizem o impacto ambiental e que compensem, até mesmo, o custo de conformidade com os padrões estipulados se utilizassem outras formas. A hipótese de Porter gera uma situação “ganha-ganha”, uma vez que tanto a sociedade quanto os interesses privados seriam beneficiados.

ii) *Demand pull e technology push*

Inicialmente, nos estudos dos determinantes da mudança técnica, duas abordagens distintas foram feitas, a primeira, indicando a demanda como principal determinante da mudança técnica (teorias da indução pela demanda/ Demand Pull), e a segunda, definindo a tecnologia como sendo o fator preponderante de sua explicação (teorias do impulso pela tecnologia/ Technology Push). Ambos os modelos evidenciam o caráter central atribuído aos fatores de mercado (oferta e demanda) como principais determinantes do processo inovativo (DOSI, 1982; ROSENBERG, 1982). Segundo Mowery e Rosenberg (1979), a teoria do Demand Pull supõe o reconhecimento das necessidades de mercado pelas unidades produtivas, que tomam medidas para satisfazê-las através de suas atividades tecnológicas (MOWERY, ROSENBERG, 1979). Desse modo, o argumento básico é de que, geralmente, existe a possibilidade de se saber, antes do processo inovativo, a direção pela qual o mercado seguirá, induzindo assim a atividade inovativa dos produtores, guiando-se por meio dos movimentos de preços relativos e das quantidades (DOSI, 1982). Já ao considerar a teoria do Technology Push o foco é o lado da oferta. Trata-se de um modelo linear no qual as inovações são decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico. Desse modo, o processo de inovação tem caráter sequencial, começando com a pesquisa básica, continuando através da investigação aplicada e em seguida, entra na fase de desenvolvimento. Depois da inovação realizada, a sua difusão só será feita se esta for aceita pelo mercado.

Porém, estes modelos de difusão tecnológica se mostraram limitados e incapazes de analisar completamente as inovações. Mowery e Rosenberg (1979) não negam que a demanda de mercado desempenha um papel indispensável no desenvolvimento de inovações bem-sucedidas, mas consideram que esse fato foi e tem sido superdimensionado e distorcido, comprometendo o entendimento do processo de inovação e das políticas governamentais apropriadas para o fomento dessas atividades.

iii) *Teoria Evolucionária da firma*

Para a Economia Verde, as tecnologias e as Eco-Inovações desempenham um papel estratégico no processo de mudança do paradigma produtivo, contribuindo decisivamente para a busca de processos de produção e de consumo ambientalmente mais racionais, com menor intensidade energética e material (FUKASAKU, 2000). Uma vertente teórica que vê a tecnologia e o processo de seleção destas tecnologias como fontes transformadoras da economia e do sistema produtivo é a teoria evolucionária da firma. Derivada das análises de Joseph Schumpeter, os neoschumpeterianos acreditam que a utilização de tecnologias mais adequadas e mais eficientes gera um efeito cumulativo de *lock-in*, o qual é de difícil reversão, mudando as relações de produção e de relacionamento com os demais agentes, sejam eles fornecedores ou clientes. Nesse sentido, para Lustosa (2011), a Economia Verde é uma proposta que resgata ideias da economia evolucionária, mas que também se fundamenta nos desenvolvimentos teóricos da Economia do Meio Ambiente (Economia Ambiental e Economia Ecológica). Nesse sentido, as Eco-Inovações também podem ser tratadas utilizando o referencial teórico neoschumpeteriano, tal qual muitos estudos recentes sobre o tema já tem realizado. As evidências dessa associação entre a Economia Verde e

a Teoria Evolucionária, no que se trata do papel das tecnologias verdes e das Eco-Inovações são muitas, embora não haja até um momento um trabalho que trate de modo específico sobre essa inter-relação.

No que tange aos determinantes, a Teoria Evolucionária da Firma emerge como vertente teórica importante para a compreensão do processo de mudança tecnológica. De acordo com Nelson e Winter (1982), a evolução tecnológica das empresas pode ser explicada pelos conceitos de rotina, busca e seleção. Ao longo do tempo, as melhores rotinas serão naturalmente selecionadas, gerando um processo de diferenciação entre as corporações e em termos de resultados alcançados. Aquelas instituições privadas cujas rotinas não são mais adequadas à realidade empreenderão um processo de busca por outras novas, que quando encontradas serão selecionadas e substituirão as precedentes, em um processo contínuo e ininterrupto. Dessa forma, busca e seleção são aspectos simultâneos e interativos do processo evolucionário, que permitem a evolução das empresas ao longo do tempo, em uma ‘trajetória natural’. Dosi (1982), opondo-se ao conceito de trajetórias naturais de Nelson e Winter, complementa a análise sobre o progresso técnico desenvolvendo a noção de paradigma e trajetórias tecnológicas. Segundo o autor, a natureza e os procedimentos dos avanços tecnológicos se baseiam em paradigmas tecnológicos, que “direcionam” o progresso técnico, pois influenciam o contexto e a forma de resolução dos problemas, restringindo o número de possibilidades de desenvolvimento tecnológico e excluindo outras. O resultado desse processo é a formação de trajetórias tecnológicas, isto é, “o agrupamento de possíveis direções tecnológicas, cujos limites exteriores se definem pela natureza do próprio paradigma” (DOSI, 1982, p.46), que por sua vez determinam e explicam o caminho do progresso tecnológico. Portanto, a seleção das inovações não ocorre naturalmente.

Segundo as teorias evolucionárias da firma, outro fator fundamental para o êxito do processo inovativo são as capacitações internas desenvolvidas ao longo do processo de aprendizado da firma. De acordo com Lundvall (1992), a aprendizagem é caracterizada como um processo interativo e de caráter cumulativo que permite a incorporação de novos conhecimentos. Para aprender, inovar e construir competências, as empresas podem utilizar diversas fontes de tecnologia, informação e conhecimento, tanto de origem interna quanto externa. Nesse sentido, é imprescindível que a firma busque a formação de competências específicas empregando esforços para melhorar seu desempenho inovador, como por exemplo, investir em pesquisa e desenvolvimento e empregar trabalhadores qualificados.

Em suma, pode-se concluir que para as teorias evolucionárias baseadas nos trabalhos de Schumpeter, a inovação exerce um papel fundamental no crescimento das empresas e, conseqüentemente, no desenvolvimento econômico de um país. Possui um caráter dinâmico e sistêmico, de modo que para compreender os fatores que a incentivam, a análise deve ser multivariada, incorporando não só fatores mercadológicos, como a demanda, mas também deve inserir na análise as características e especificidades da firma e do setor no qual está inserida, as competências dinâmicas geradas e o esforço inovativo empreendido pelas firmas (investimento em P&D), os fatores sociais e institucionais que podem exercer algum impacto na sua realização, tais como o apoio do governo e o ambiente macroeconômico. Assim, tendo como referencial teórico as proposições neoschumpeterianas e por se tratar de um tipo específico de inovação, as Eco-Inovações podem, devem e têm sido tratadas tendo como base esses pressupostos, como pode ser analisado no próximo item, no qual as principais evidências empíricas são apresentadas.

3. EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS INTERNACIONAIS E NACIONAIS SOBRE OS DETERMINANTES DA ECO-INOVAÇÃO

Desde a década de 1990, muitos estudos empíricos, os quais serão elencados no decorrer desta seção, se concentraram em identificar quais são as características e os determinantes das Eco-Inovações, tendo inicialmente, o objetivo de estabelecer a relação entre essas inovações e as políticas ambientais e a regulação. Com o avanço das pesquisas e da mensuração das Eco-Inovações, como também da junção da perspectiva evolucionária da firma no tratamento dessas inovações, outros fatores começaram a ser incorporados na análise. Assim sendo, as Eco-Inovações passaram a ser consideradas como um processo sistêmico, no qual teria a influência simultânea de fatores organizacionais, institucionais e econômicos, e não somente os aspectos relacionados com a regulação e proteção ambiental. Desse modo, diversos indicadores foram acrescentados nas pesquisas, incorporando informações da firma tais como os fluxos de informações e conhecimento (codificados ou tácitos), capacitações tecnológicas e de absorção interna, características,

comportamento inovador das empresas, as condições de mercado (technology push e demand pull), entre outros (BERNAUER et al, 2006; DE MARCHI, 2012; VEUGELERS, 2012). A preponderância dos desenvolvimentos teóricos evolucionários da inovação na análise de Eco-Inovações foi corroborada pelos estudos de caso de empresas de várias nacionalidades, como pode ser visto a seguir.

Mazzanti e Zoboli (2006) ao analisar os determinantes das Eco-Inovações em empresas manufatureiras de uma região específica da Itália entre 1998 a 2004, incorpora diversos fatores da teoria evolucionária da firma. O trabalho testa um conjunto de hipóteses considerando sete itens: i) variáveis estruturais da firma, ii) ambiente de P&D, iii) pressão das políticas ambientais e dos custos da regulação, iv) desempenho da firma, v) atividades de cooperação, iv) inovações tecno-organizacionais e vii) qualidade e natureza das relações industriais. Utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários (MQO), os resultados do trabalho mostram que as características estruturais e o desempenho da empresa, como o tamanho, tem menos impacto do que o investimento em P&D, os custos e a cooperação entre firmas. Participar de um grupo e realizar cooperação com outras empresas e instituições são importantes principalmente nas Eco-Inovações de produto, devido às economias de escala externas que propiciam o aumento do capital social, favorecendo a introdução de inovações.

Frondel, Horbach e Rennings (2007), explorando os microdados de empresas alemãs elaborada pela OCDE em 2003, por meio do modelo logit multinomial, os autores analisam se a Eco-Inovação organizacional, mensurada por meio de sistemas de controle ambiental (da sigla em inglês, EMS - Enviromental Management System) e pela redução da poluição, estão correlacionados. As principais conclusões são de que a preocupação com a imagem corporativa é uma força potencial para a adoção de EMS, enquanto políticas governamentais de regulação ambiental não parecem afetar as Eco-Inovações organizacionais.

Horbach (2008), a partir dos dados de duas pesquisas - The Establishment Panel of the Institute for Employment Research (IAB) e o Mannheim innovation panel (MIP) - investiga os determinantes da Eco-Inovação na Alemanha em 2001. Por meio do modelo logit multinomial e do modelo probit, verifica que a melhoria das capacitações tecnológicas da firma pelo investimento em P&D estimula as Eco-Inovações. A regulação ambiental, as ferramentas de gerenciamento ambiental e de mudanças organizacionais também são importantes, corroborando a hipótese de Porter.

Tendo como foco de análise os motivos estratégicos que influenciam a Eco-Inovação na França a partir dos dados do Community Innovation Survey de 2008, Nadel (2012) analisa os fatores que influenciam as empresas industriais francesas em seu comportamento eco-inovador, seja em resposta a demanda, ao custo ou a regulação existente ou futura. Os resultados econométricos apontam que a depender da estratégia adotada pela firma ao eco-inovar, os determinantes variam em intensidade e validade. Outra contribuição importante foi feita por De Marchi (2012), ao explorar a relação entre cooperação em P&D entre as empresas e a propensão das mesmas em eco-inovarem. Com base nos dados das empresas espanholas (PITEC) de 2005 e 2007, as estimações dos modelos probit mostram que as eco-inovadoras cooperam com parceiros externos de forma mais extensa do que as outras inovadoras. E ainda a cooperação com fornecedores, consultoria, centros de pesquisa e universidades são mais relevantes do que para as inovações tradicionais, ao passo que a cooperação com clientes não é significativa. Além disso, verificou-se um efeito de substituição entre as atividades de cooperação externa e os esforços internos em P&D, uma vez que a intensidade desse tipo de investimento não se mostrou significativa.

Embora a literatura internacional sobre as Eco-Inovações, tanto no campo teórico quanto empírico, já aconteça a aproximadamente duas décadas, os estudos brasileiros sobre o referido fenômeno são ainda mais recentes, o que é facilmente verificado ao se fazer uma busca bibliográfica sobre as publicações já realizadas nos periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Entretanto, estudos recentes mostram a crescente adoção das inovações ambientais no Brasil, bem como a preocupação em identificar suas características e dinâmicas. A partir de dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC) de 2008, Hoff, Avellar e Andrade (2015) discutem o conceito e as características das Eco-Inovações, apresentando o panorama geral destas entre as empresas brasileiras. Os resultados mostram que o número de eco-inovadoras representa 33,5 % do total da amostra. No que se refere aos esforços inovativos das eco-

inovadoras, observa-se que grande parte dessas corporações realizam algum tipo de gasto com atividades inovativas, sendo de menor número aqueles dispêndios com P&D.

Lucchesi *et al* (2014) também contribuíram para a análise dos determinantes da Eco-Inovação na indústria brasileira. Utilizando dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC) entre 1998 e 2008, os resultados dos modelos probit corroboram a hipótese de que a regulação ambiental apresenta um papel importante para influenciar as firmas brasileiras a adotar tanto inovações ambientais tecnológicas quanto inovações ambientais organizacionais..

Diante do exposto pelo referencial teórico e pelas evidências empíricas recentes sobre as Eco-Inovações, as mesmas possuem características distintivas que as distinguem das inovações tradicionais, como o caráter da dupla externalidade, o qual reduz os incentivos privados para as empresas eco-inovarem, e principalmente, por ter como a regulação como o principal fator que influencia a sua realização. Para atingir o fim proposto, o referencial teórico aqui exposto contribui para a elaboração das variáveis explicativas de análise do perfil das eco-inovadoras e dos determinantes da realização das Eco-Inovações, bem como dos modelos quantitativos mais adequados para a análise, que serão descritos pormenorizadamente na próxima seção.

3. NOTAS METODOLÓGICAS

3.1. Modelo Econométrico

Para o fim proposto de investigar os determinantes da decisão das empresas industriais brasileiras em Eco-Inovar (em termos gerais e por tipo de Eco-Inovação) será aplicado o método de estimação com variável dependente binária, especificamente o modelo Probit⁴. O modelo Probit, faz parte do conjunto de modelos probabilísticos cuja variável dependente é de natureza qualitativa e limitada, pois assume valores entre 0 e 1. Por esse motivo esses modelos são usualmente chamados de modelos de escolha qualitativa binária. Essa tipologia econométrica é usualmente utilizada ao se tratar o comportamento dos agentes econômicos, tais como indivíduos, famílias ou firmas (WOOLDRIDGE, 2010). Segundo Wooldridge (2010), o modelo Probit pode ser derivado de um modelo de variável latente. Seja y^* uma variável não observada, ou latente, determinada por: $y^* = \beta_0 + \beta X + \varepsilon_t$, $y = 1[y^* > 0]$, (3.1.1)

em que $1[y^* > 0]$ é chamada de função indicadora, que assume valor unitário se o evento entre colchetes for verdadeiro e zero, caso contrário. Portanto, y será igual a um (01) se $y^* > 0$ e zero, se $y^* \leq 0$; assumindo que ε_t é independente de x e que tem a distribuição acumulada normal padrão (FDA normal). Em qualquer caso, ε_t será simetricamente distribuída ao redor de zero, o que significa que $1 - G[-(\beta_0 + \beta X)] = G(\beta_0 + \beta X)$. Com base na equação e nas hipóteses dadas, a probabilidade de resposta de y tem a seguinte forma:

$$P(y=1|X) = P(y^* > 0 | X) = P[\varepsilon_t > -(\beta_0 + \beta X) | X] = 1 - G[-(\beta_0 + \beta X)] = G(\beta_0 + \beta X) \quad (3.1.2)$$

Pode-se perceber que nesse tipo de modelagem o valor condicional esperado da variável dependente dado a variável explicativa $E(Y_i | X_i)$ pode ser compreendido, analiticamente, como a probabilidade condicional de que o fenômeno (Y_i) ocorra dado X_i , o que matematicamente se expressa por $Pr(Y_i=1|X_i)$. Assim, os resultados irão mostrar a probabilidade de um evento ocorrer (sucesso) ou não (falha) (WOOLDRIDGE, 2010). O modelo Probit garante que a probabilidade esteja compreendida entre 0 e 1, mas sem ter uma relação linear entre a probabilidade de sucesso do fenômeno a ser estudado e as suas variáveis explicativas⁵.

Entretanto, visto que o escopo do trabalho envolve a presença de variáveis de inovação e estas segundo Ganotakis e Love (2011) e Lachenmaier e Woessmann (2006) são potencialmente endógenas⁶ no

⁴ O Modelo de Probabilidade Linear não será utilizado por apresentar alguns problemas de ordem técnica e lógica que fazem com que este método não seja muito utilizado (ver Wooldridge, 2010, cap17). O modelo Logit não será também utilizado devido às restrições do seu uso quando há presença de alguns problemas, tais como a endogeneidade entre variáveis.

⁵ O que garante essas propriedades é o caráter da função de distribuição acumulada subjacente a esses dois procedimentos. No modelo Logit a função de distribuição acumulada é de uma variável aleatória logística padrão (FDA) e o Probit é uma função de distribuição acumulada normal padrão (FDA normal) (WOOLDRIDGE, 2010).

⁶ A endogeneidade se refere à situação em que uma ou mais variáveis explicativas é correlacionada com o termo de erro, tornando impróprio o método da estimação, uma vez que os estimadores obtidos se tornam viesados e não consistentes (WOOLDRIDGE,

modelo probabilístico, principalmente se relacionadas com a variável exportação, o método das variáveis instrumentais deverá ser utilizado caso haja endogeneidade entre as variáveis. Além da endogeneidade, outro problema que pode ocorrer é a seleção amostral, cuja origem se trata principalmente da ausência de dados. Quando isto acontece deve analisar se suas exclusões darão viés aos estimadores. A correção é feita utilizando o modelo probit com seleção amostral denominado Heckprobit (STATA, 2014).

Realizado pela primeira vez por Van de Ven e Van Pragg (1981), o modelo Heckprobit, também conhecido como Heckprob, permite estimar modelos binários quando há suspeita de seleção amostral. No caso deste estudo, a seleção poderá ocorrer ao se analisar os determinantes dos tipos de Eco-Inovação adotados, pois ao restringir a variável dependente dessa forma, todos os casos em que não houveram inovação são excluídos, sendo assim somente um grupo de empresas com características de sucesso semelhantes seriam selecionadas, o que traria viés a estimação. Assim, analiticamente, o modelo Heckprobit pressupõe a existência de uma relação subjacente, também chamado de equação latente:

$$y_j^* = x_j\beta_1 + \varepsilon_{1j} \quad (\text{equação latente}) \quad (3.1.3)$$

de tal forma que somente o resultado binário é observado :

$$y_j^{probit} = (y_j^* > 0) \quad (\text{equação probit}) \quad (3.1.4)$$

Porém, a variável dependente não é sempre observada. Para que isso não ocorra tem-se que

$$y_j^{select} = (Z_j\gamma_1 + \varepsilon_{2j} > 0) \quad (\text{equação seleção}) \quad (3.1.5)$$

onde os erros padrão tem distribuição padrão entre 0 e 1 e a correlação entre eles é $\text{corr}(\varepsilon_1, \varepsilon_2) = \rho$. Quando $\rho \neq 0$, haverá correlação entre os termos de erro da equação e assim o modelo Probit padrão irá produzir resultados tendenciosos. A solução então é utilizar o modelo heckprobit para corrigir esse viés de seleção, e assim fornecer estimativas consistentes e não tendenciosas. O heckprobit possui duas equações, a primeira (principal) busca explicar a variável dependente Y que só é observada se certas condições forem satisfeitas, enquanto a equação secundária é aquela em que se selecionam as observações da variável dependente da primeira equação. Assim, nessa nova modelagem, todas as demais observações que seriam negligenciadas se se considerasse apenas a equação principal, são contempladas na análise, o que corrige o problema de viés de seleção. Caso contrário, o modelo é identificado apenas por forma funcional, e os coeficientes não terão interpretação estrutural (STATA, 2015).

3.2. Variáveis e Fonte de Pesquisa

Com intuito de encontrar evidências a respeito dos determinantes da decisão das empresas brasileiras em realizar Eco-Inovação, foram selecionadas variáveis presentes na Pesquisa de Inovação – PINTEC - do ano de 2011, a qual compreende o triênio 2009-2011, abrangendo apenas as indústrias de transformação, ou seja, tanto os dados do setor de “serviços” quanto das “indústrias extrativas” serão desconsiderados, pois possuem dinâmicas de funcionamento muito heterogêneas o que poderia tornar as análises tendenciosas, além do fato de que as Eco-Inovações ocorrem majoritariamente nas indústrias de transformação.

Quadro 1 - Agrupamento de empresas que realizaram Inovações e Eco-Inovações – PINTEC 2011

Variável	Descrição
Empresas que Inovam	Grupo 1: Empresas inovadoras. Referem-se às “empresas que implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado, que desenvolveram projetos que foram abandonados ou ficaram incompletos, e que realizaram inovações organizacionais e/ou de marketing (PINTEC, 2011, p.74).
Inovadoras tradicionais ⁷ .	Grupo 2: Empresas que indicaram como “NÃO RELEVANTE” OU DE “BAIXA” importância o impacto da inovação na redução do consumo de matérias primas (Questão 102), e ou na redução do Consumo de Energia (Questão 103), e ou na redução do Consumo de Água (Questão 104), e ou na redução de impactos ao meio ambiente (Questão 105), e ou empresas que NÃO implementaram (responderam “NÃO”) novas técnicas de Gestão Ambiental para tratamento de efluentes, redução de resíduos, de CO ₂ , etc. (Questão 189).
Eco-Inovadoras	Grupo 3: Empresas que indicaram como de “ALTA” OU DE “MÉDIA” importância o impacto da inovação na redução do consumo de matérias primas (Questão 102), ou na redução do Consumo de Energia (Questão 103), ou na redução do Consumo de Água (Questão 104), ou na redução de impactos ao meio ambiente (Questão 105), ou empresas que implementaram

2010). Para verificar se há endogenia dos regressores utiliza-se o Teste de Hausman, cuja hipótese nula é de exogeneidade dos regressores, se este axioma for rejeitado, o método das variáveis instrumentais deverá ser utilizado.

⁷ De Marchi (2012) também faz esse tipo de distinção. Em seu artigo, ele distingue as Eco-Inovações dos outros tipos de inovação, que são as inovações que não geraram uma redução do impacto ambiental.

	(responderam “SIM”) novas técnicas de Gestão Ambiental para tratamento de efluentes, redução de resíduos, de CO, etc. (Questão 189).
Consumo Materiais	Grupo 4: Empresas que consideraram como de “ALTA” OU DE “MÉDIA” importância o impacto da inovação na redução do consumo de matérias primas (Questão 102).
Consumo Energia	Grupo 5: Empresas que indicaram como de “ALTA” OU DE “MÉDIA” importância o impacto da inovação na redução do Consumo de Energia (Questão 103).
Consumo Água	Grupo 6: Empresas que indicaram como de “ALTA” OU DE “MÉDIA” importância o impacto da inovação na redução do Consumo de Água (Questão 104).
Meio Ambiente	Grupo 7: Empresas que indicaram como de “ALTA” OU DE “MÉDIA” importância o impacto da inovação na redução de impactos ao meio ambiente (Questão 105).
Gestão Ambiental	Grupo 8: Empresas que implementaram (responderam “SIM”) novas técnicas de Gestão Ambiental para tratamento de efluentes, redução de resíduos, de CO, etc. (Questão 189).

Fonte: IBGE (2013). Elaboração própria.

Tendo como base o referencial teórico apresentado, cada um dos conjuntos de empresas definidos acima são analisados segundo diversas características e indicadores, conforme apresentado no Quadro 2..

Quadro 2 - Descrição das Variáveis Analisadas e Construídas a partir do Questionário da PINTEC 2011

VARIÁVEL	DESCRIÇÃO
CARACTERÍSTICAS DA EMPRESA	
Pessoal Ocupado	Variável contínua. Número de Trabalhadores no final do período com base na questão 08.
Capital Estrangeiro	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a origem do capital controlador da firma é estrangeiro ou misto.
Grupo	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma faça parte de um grupo..
Exportação	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma tenha realizado exportações no período. Calcular a partir das respostas das Questões 89, 90, 91 e 92.
Receita líquida de vendas	Variável contínua. Valor da Receita líquida de vendas da empresa no ano de 2011, com base na Questão 09.
Intensidade de Exportação	Variável Contínua. Razão entre a Receita líquida de Vendas com exportação e a Receita Líquida de Vendas Total da empresa.
Principal Mercado d	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma tenha como principal mercado o mercado internacional.
Apoio do Governo	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma utilize algum programa de apoio do governo.
INDICADORES DE ESFORÇO E DESEMPENHO INOVATIVO	
Produtividade	Variável Contínua. Calculado pela razão entre Receita Líquida de Vendas (Questão 09) e Pessoal Ocupado (08).
Qualidade da mão-de-obra	Variável contínua. Nível de trabalhadores em dedicação exclusiva com elevado grau de escolaridade.
Atividades Inovativas	Variável Binária. Realização de atividades inovativas. Inserir o valor 1 para as empresas que responderam 1 (GASTO ACIMA DE ZERO) em ao menos uma das seguintes questões: 31, 32, 33, 33.1, 34, 35, 36 e 37.
Gastos em atividades inovativas	Variável Contínua. Valor total dos Gastos com atividades inovativas
Atividade de P&D	Variável Binária. Realização das atividades externas e internas de P&D. Inserir valor 1 para as empresas que responderam 1 (GASTO ACIMA DE ZERO) em pelo menos uma das seguintes questões: 31 e 32.
Gastos com P&D	Variável contínua. Valor do investimento total em P&D.
INDICADORES DE RESULTADO INOVATIVO	
Inovação de Produto e ou Processo	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma tenha realizado inovação de produto e/ou processo.
Inovação Organizacional	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma tenha realizado inovação organizacional.
Inovação de Marketing	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma tenha realizado inovação de marketing.
ARRANJOS COOPERATIVOS	
Arranjo Cooperativo	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma esteve envolvida em arranjos cooperativos com outra (s) organização (ões) com vistas a desenvolver atividades inovativas.
FONTES DE INFORMAÇÃO	
Interna à empresa	Variável Binária, que recebe valor unitário caso as informações internas da empresa sejam as mais relevantes.

Externa à Empresa	Variável Binária, que recebe valor unitário caso as informações externas da empresa sejam as mais relevantes.
Centros Educacionais e de Pesquisa	Variável Binária, que recebe valor unitário caso as informações com centros educacionais e de pesquisa sejam as mais relevantes para inovar.
IMPACTOS DA INOVAÇÃO	
Melhoria da qualidade dos produtos e ou Controle de aspectos ligados à saúde e segurança	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância em pelo menos uma das Questões 93 e 106, e valor 0, caso contrário.
Manutenção e ou ampliação da participação da empresa no mercado	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância em pelo menos uma das questões 95 e 96, e valor 0, caso contrário.
Abertura de novos mercados	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância na Questão 97, e valor 0, caso contrário.
Aumento da capacidade produtiva e ou da flexibilidade da produção	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância em pelo menos uma das Questões 98 e 99, e valor 0, caso contrário.
Redução dos custos de produção	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância na Questão 100, e valor 0, caso contrário.
Enquadramento em regulações e normas padrão	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância na Questão 107, e valor 0, caso contrário.
OBSTÁCULOS A INOVAÇÃO	
Elevado Custo da Inovação	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância na Questão 177, e valor 0, caso contrário.
Falta de pessoal qualificado	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância na Questão 180, e valor 0, caso contrário.
Falta de informação tecnologia e mercados	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância em pelo menos uma das questões 181 e 182, e valor 0, caso contrário.
Falta financiamento	Variável binária. Inserir valor 1 para as empresas que assinalaram como “ALTA” OU “MÉDIA” importância.
VARIÁVEIS DE CONTROLE	
Região	Cinco variáveis binárias.
Intensidade Tecnológica do Setor baixa e média	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma faça parte de uma atividade econômica com intensidade tecnológica baixa ou baixa-média, definido a partir de dois dígitos da classificação elaborada pela OCDE.
Intensidade Tecnológica do Setor média e alta	Variável Binária, que recebe valor unitário caso a firma faça parte de uma atividade econômica com intensidade tecnológica alta ou média-alta, definido a partir de dois dígitos da classificação elaborada pela OCDE.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PINTEC 2011.

4. ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Com base nos dados da Pesquisa de Inovação do ano de 2011 (PINTEC), foram analisadas 10.052 empresas brasileiras, das quais 6.180 afirmaram ter realizado algum tipo de Eco-Inovação, o que corresponde a 61,48% do total de empresas analisadas. Quanto aos tipos de Eco-Inovação mais comuns destaca-se a realização de Gestão Ambiental, a qual 73,53% das empresas eco-inovadoras afirmaram ter aplicado novas técnicas de Gestão Ambiental para tratamento de efluentes, redução de resíduos, de CO_2 , entre outros. Em segundo lugar, a Eco-Inovação mais expressiva foi a denominada de “Meio Ambiente”, onde 2.666 firmas consideraram como de média ou alta importância o impacto da inovação na redução de impactos ao meio ambiente. Já as inovações que reduziram o Consumo de Materiais representaram 31,82%, e a que reduziu o Consumo de Energia representou 30,53% das respostas. Por último, apenas 18,87% das empresas afirmaram que as Eco-Inovações contribuíram para a redução do Consumo de Água.

De acordo com a Tabela 1 para todas as variáveis estudadas os percentuais das empresas eco-inovadoras são maiores do que o das empresas inovadoras e das que inovam apenas tradicionalmente. No que diz respeito às características gerais, as eco-inovadoras em sua grande maioria são empresas de capital

nacional, não fazem parte de um grupo, não são exportadoras, logo seu mercado principal é o brasileiro, e recebem poucos incentivos do Governo. Analisando o esforço e o desempenho inovativo, percebe-se que nas empresas que eco-inovam mais da metade realizam algum tipo de atividade inovativa, desses aproximadamente 25% são relacionadas a P&D.. Sobre os indicadores de resultado, percebe-se que cerca de 70% das eco-inovadoras efetivamente inovam em produto e ou processo, mas a principal inovação realizada são as organizacionais com cerca de 92%. Sobre a relação destas com outras firmas e/ou instituições, são empresas que tem um índice baixo de cooperação. E por fim, sobre as fontes de informação utilizadas, percebe-se que a maior parte é externa à empresa, aproximadamente 67%.

No que tange às características e ao perfil das empresas considerando os tipos de Eco-Inovação adotado, percebe-se que o padrão é o mesmo das empresas eco-inovadoras analisadas de maneira agregada. As Eco-Inovações que reduziram o Consumo de Água possuem níveis superiores às demais para quase todas as variáveis analisadas. Sobre as características gerais, os grupos constituídos por empresas que reduziram o Impacto Ambiental ou que implementaram algum tipo de Gestão Ambiental são os que mais possuem empresas cujo mercado principal é o externo. Sobre os indicadores de esforço e desempenho inovativo as empresas cujas Eco-Inovações reduziram o Consumo de Água e de Energia são as que mais investem, o contrário ocorre com as que implementaram Gestão Ambiental, o que impacta consequentemente no resultado inovativo, onde as mesmas considerações podem ser feitas. Quanto aos tipos de inovação, em todos os casos as empresas inovam mais em produto e ou processo, com exceção do grupo 8 (Gestão Ambiental). Os dados relacionados aos acordos cooperativos e as fontes de inovação reafirmam a posição privilegiada das Eco-Inovações que reduzem o Consumo de Água, e onde as fontes de informação são externas à empresa.

Analisando as variáveis contínuas das características gerais das empresas inovadoras, inovadoras tradicionais e eco-inovadoras na Tabela 2, nota-se que as eco-inovadoras possuem indicadores mais elevados em relação às outras duas categorias de empresas. Quanto à quantidade média de trabalhadores empregados, as empresas que eco-inovam possuem 475 empregados, enquanto as inovadoras e as inovadoras tradicionais possuem respectivamente, 381 e 232 empregados. Em relação a receita líquida de vendas, as eco-inovadoras tem em média R\$ 206.665,22, quase quatro vezes mais que as inovadoras tradicionais e 1,3 mais que as inovadoras. As eco-inovadoras tem uma intensidade de exportação mais elevada, em torno de 0,13. Quanto a participação de mercado, enquanto a média das empresas que inovam é de 0,002, nas inovadoras tradicionais esse coeficiente cai para 0,001 e para as empresas que eco-inovam ele é de 0,003. O nível de trabalhadores com 3º grau também é superior em empresas eco-inovadoras, sendo 0,001 maior do que a média das inovadoras e 0,003 maior que as tradicionais.

Em relação ao esforço e desempenho inovativo o mesmo padrão permanece, qual seja, as empresas eco-inovadoras possuem um esforço e um desempenho inovativo superior à média das empresas inovadoras e das que inovam tradicionalmente. Quanto aos gastos em atividades inovativas, enquanto a média geral das inovadoras é de R\$ 3,6 milhões (R\$ 8,3 mil por trabalhador) e a das Inovadoras Tradicionais de R\$ 861,9 mil (R\$ 3,3 mil por trabalhador), as Eco-inovadoras gastam em média R\$ 5,4 milhões, o que equivale aproximadamente a R\$ 11,4 mil por trabalhador.

Em suma, segundo os dados da PINTEC 2011, considerando apenas as indústrias de transformação, as Eco-Inovações correspondem a 61,48% do total de empresas analisadas, onde a realização de Gestão Ambiental é o tipo de Eco-Inovação mais adotada. Tanto as inovações quanto as Eco-Inovações brasileiras ocorrem mais em empresas de pequeno e médio porte na Região Sul e Sudeste. No que diz respeito às características gerais, as eco-inovadoras, em sua grande maioria, são empresas de capital nacional, não fazem parte de um grupo, não são exportadoras, logo seu mercado principal é o brasileiro, e recebem poucos incentivos do Governo. Mais da metade das empresas que eco-inovam realizam algum tipo de atividade inovativa, onde a principal inovação realizada são as organizacionais. As empresas eco-inovadoras têm um índice baixo de cooperação, apesar das fontes de informação utilizadas serem externas.

Comparando as variáveis selecionadas entre as empresas inovadoras, inovadoras tradicionais e eco-inovadoras, percebe-se que os níveis relativos são superiores nas empresas que eco-inovam, tanto em relação às inovadoras quanto às inovadoras tradicionais. Tal fato demonstra que as eco-inovadoras tendem a ser mais qualificadas que as demais, uma vez que o tipo de inovação realizada pode exigir maiores

capacitações para sua execução. Assim, após descrever e analisar as variáveis de estudo, a próxima seção apresenta os principais resultados quantitativos da análise sobre os principais determinantes da realização de Eco-Inovação nas empresas industriais brasileiras, em termo geral e segundo o tipo de impacto causado.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objetivo desta seção é identificar os fatores que influenciam a probabilidade de as firmas brasileiras realizarem Eco-Inovação. Para isso, foi utilizado o modelo econométrico Probit, que assumirá valor unitário para as observações de sucesso (ocorrência de Eco-Inovações), caso contrário, o valor atribuído será zero.

Foram estimados seis (06) modelos regressivos que serão apresentados em duas subseções. Primeiramente, foi estimado os determinantes da Eco-Inovação independentemente do tipo de Eco-Inovação realizado utilizando o modelo econométrico probit. Em seguida, foram estimados os determinantes da Eco-Inovação segundo o tipo de Eco-Inovação realizado (Consumo de Materiais, Consumo de Energia, Consumo de Água, Meio Ambiente e Gestão Ambiental), totalizando ao todo seis (06) modelos. Para estes últimos, o modelo regressivo utilizado foi o Heckprobit como forma de corrigir o viés de seleção amostral detectado. As tabelas 3 e 4 (em anexo) apresentam os resultados das estimações econométricas desenvolvidas⁸.

5.1 Determinantes da Eco-Inovação nas empresas industriais brasileiras a partir da PINTEC 2011

Ao analisar inicialmente os determinantes da Eco-Inovação brasileira em termos gerais, isto é, independentemente do tipo de Eco-Inovação realizado por meio de um modelo probit⁹, tem-se que a variável dependente assumirá valor unitário para aquelas empresas que efetivamente realizaram algum tipo de Eco-Inovação, e valor zero, para aquelas empresas que inovaram, mas não apresentaram nenhum tipo de impacto ambiental de média ou alta relevância, o que foi chamado de inovadoras tradicionais. Com isso, esse modelo teve uma amostra total de 5.833 empresas brasileiras¹⁰. Os resultados podem ser vistos na Tabela 3.

Em relação as características das empresas, apenas a presença de capital estrangeiro e o apoio do governo não foram significativos, logo, ter capital estrangeiro ou ter apoio do governo não aumentam a probabilidade de as empresas realizarem Eco-Inovação. Para ambas variáveis, na literatura internacional, existem diversos resultados que comprovam a existência de relação entre a referida variável e as Eco-Inovações, como em Veugelers (2012), por outro lado, para outros estudos essa relação também não foi significativa como em Mazzanti e Zoboli (2006) e em Horbach (2007). Porém, em certa medida esses resultados já eram esperados, uma vez que as empresas eco-inovadoras brasileiras em sua grande maioria são nacionais e poucas receberam apoio governamental. Já os coeficientes associados às variáveis de pessoal ocupado e a variável mercado principal foram positivas e estatisticamente relevantes a 1% e 5%, respectivamente. Logo, pode-se afirmar que quanto maior a quantidade de pessoal ocupado, maiores são as chances das empresas eco-inovarem, resultado consonante com estudos de diversos autores como Horbach (2008), Horbach *et al* (2012), Belin *et al* (2011), Nadel (2012) e De Marchi (2012). Quanto à relação entre a Eco-Inovação e o principal mercado da empresa, os dados mostram que quando as firmas têm como mercado principal o estrangeiro, maiores são as probabilidades de realizarem Eco-Inovação, assim como verificado em Horbach (2008).

⁸ Para a realização desse estudo empírico foi utilizado o software Stata 11. Todas as estimações foram realizadas utilizando o comando *robust*, para correção de qualquer tipo de heterocedasticidade.

⁹ Ao se testar o problema de endogeneidade, bem como o problema de seleção amostral, os resultados demonstraram não ter a presença de nenhum dos problemas citados, o que viabilizou a utilização do modelo probit.

¹⁰ O número amostral se reduz frente ao total de empresas respondentes da pesquisa da PINTEC 2011, pois nos modelos regressivos binários *os missing values* são desconsiderados da amostra.

Tabela 1: Características Das Empresas Inovadoras E Eco- inovadoras- Variáveis Binárias - (No. de Empresas %)

Total de Empresas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5		Grupo 6		Grupo 7	
	Inovadoras		Inov. Tradicionais		Eco-Inovadoras		Consumo Materiais		Consumo Energia		Consumo Água		Meio Ambiente	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Características Gerais														
Capital Estrangeiro	1038	10,33	316	8,12	725	11,73	246	12,51	257	13,62	191	16,38	376	1
Mercado Principal	486	4,83	149	3,83	339	5,49	110	5,59	84	4,45	62	5,32	152	
Apoio Governo	2407	23,95	524	13,47	1885	30,5	865	43,98	846	44,83	528	45,28	1173	
Arranjos Cooperativos														
Cooperação	1656	26,53	334	19,82	1323	28,95	606	30,93	606	32,22	402	34,57	865	32
Esforço e Desempenho Inovativo														
Atividades Inovativas	4951	49,25	1257	32,31	3696	59,81	1628	82,77	1563	82,83	970	83,19	2181	81
Atividades de P&D	1984	19,74	430	11,05	1554	25,15	733	37,26	705	37,36	481	41,25	1009	37
Indicadores de Resultado Inovativo														
Inovação de Produto e ou Processo	5743	57,13	1422	36,55	4321	69,92	1899	96,54	1838	97,4	1135	97,34	2587	97
Inovação Organizacional	8495	84,51	2795	71,83	5700	92,23	1702	86,53	1661	88,02	1053	90,31	2387	89
Inovação de Marketing	8495	59,16	2795	55,28	3796	61,42	1346	68,43	1302	69	831	71,27	1820	68
Fontes de Informação														
Interna à empresa	4747	47,22	1177	30,25	3583	57,98	1563	79,46	1575	83,47	994	85,25	2163	81
Externa à Empresa	5572	55,43	1426	36,65	4162	67,35	1820	92,53	1753	92,9	1099	94,25	2451	91
Centros Educ. Pesquisa	2775	27,61	548	14,08	2235	36,17	1044	53,08	1044	55,33	695	59,61	1446	54
TOTAL DE EMPRESAS	10052		3891		6180		1967		1887		1166		2666	

Tabela 2: Características Das Empresas Inovadoras E Eco-Inovadoras - Variáveis Contínuas – (Média e Desvio Padrão)

Total de Empresas	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5		Grupo 6		Grupo 7	
	Inovadoras		Inov. Tradicionais		Eco-Inovadoras		Consumo Materiais		Consumo Energia		Consumo Água		Meio Ambiente	
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.
Características Gerais														
Pessoal Ocupado	381	1.571	231,9	608,5	474,6	1.939,1	730,2	3.128	671,7	2.937,7	904,4	3.623,9	630,6	2.63
Intensidade Exportação	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	
Produtividade do Trabalho	227	462,1	185,5	289,9	253,4	540,9	258,4	615,8	268,7	613,4	304,3	735,3	285,5	54
Qualidade da Mão de Obra	0,01	0,1	0,00	0,03	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	
Esforço e Desempenho Inovativo														
Gastos em atividades inovativas	3.679	51.228	861,93	6.503	5.442	65.071	10.721	106.544	10.838	106.065	15.136	134.063	10.381	97.
Gastos com P&D	1.455	32.699	280,09	2.912	2.191	41.623	4.692	69.659	4.483	71.331	6.675	90.579	4.357	63.
TOTAL DE EMPRESAS	10.052		3.891		6.180		1.967		1.887		1.166		2.666	

Fonte: IBGE (2013). Elaboração própria.

Porém, no que diz respeito à intensidade de exportação, estatisticamente relevante a 1%, pode-se perceber que a relação dessa variável com a Eco-Inovação é negativa, o que significa dizer que quanto mais uma empresa exportar, menor será a probabilidade de que realize algum tipo de Eco-Inovação. Resultados semelhantes foram encontrados por De Marchi (2012), onde quanto maior o acesso a mercados internacionais menor era a probabilidade das empresas eco-inovarem. Segundo o autor, esse resultado seria justificável visto que para acessar mercados internacionais é necessário que as empresas atendam a diversas normas e padrões de qualidade, que podem ser obtidas com as Eco-Inovações

No que diz respeito aos indicadores de esforço e desempenho inovativo, tanto o nível de qualificação dos funcionários quanto o gasto em atividades inovativas não contribuem para aumentar a probabilidade da adoção de Eco-Inovações nas empresas brasileiras. Conclusões semelhantes foram encontradas nas análises de Horbach (2008) e Horbach *et al* (2012), onde no primeiro a qualidade da mão de obra não foi significativa, e no segundo estudo os indicadores de esforço inovativo expresso por gastos em P&D não foram estatisticamente relevantes para explicar as Eco-Inovações. Entretanto, os resultados deste trabalho no que se refere aos dois indicadores utilizados que demonstram o resultado inovativo, a capacidade de inovação e a produtividade, foram positivos e estatisticamente significativos a 1%. Assim, para o caso brasileiro, as Eco-Inovações parecem estar mais relacionadas com o resultado inovativo e não com aspectos relacionados ao esforço em inovar, sendo similar aos resultados encontrados em Horbach *et al* (2012).

Tabela 3 - Modelo Probit dos Determinantes da Eco-Inovação nas Empresas Industriais Brasileiras em 2011

Variáveis Explicativas	Modelo 1 – Probit Eco-Inova			
	Coefficientes	Erro Padrão Robusto	Efeito Marginal	Erro Padrão Robusto
Pessoal Ocupado	0,0674618*	0,0172486	0,0195413	0,00499
Intensidade Exportação	-0,1789248*	0,0570806	-0,0542004	0,018
Capital Estrangeiro ^a	0,0546135	0,067306	0,0155586	0,01885
Mercado Principal ^a	0,1840963**	0,0969905	0,0497146	0,02427
Apoio Governo ^a	0,0150409	0,043123	0,0043512	0,01246
Qualidade Mão-de-obra	-0,1016101	0,2040198	-0,0294329	0,05909
Gastos Atividades Inovativas	-0,0005108	0,0072807	-0,000148	0,00211
Capacidade de Inovação	1,074545*	0,0892725	0,311258	0,02562
Produtividade	0,0001568*	0,0000615	0,0000454	0,00002
Fonte Informação Externa ^a	-0,0913929	0,0630437	-0,0256919	0,01718
Fonte de Informação Pesquisadores ^a	0,1291137*	0,0430145	0,037186	0,01232
Cooperação ^a	0,0880233***	0,0491611	0,0250739	0,01375
Regulação (Proxy) ^a	0,3886332*	0,0413563	0,1144255	0,01228
Qualidade do Produto ^a	0,3029308*	0,0629153	0,0956808	0,02144
Ampliação/Participação no mercado ^a	-0,090889	0,064176	-0,0255902	0,01754
Novo Mercado ^a	0,0847644***	0,0450419	0,0248203	0,01333
Capacidade de Produção ^a	0,2389683*	0,0516259	0,0731776	0,01664
Custo de Produção ^a	0,6791992*	0,043086	0,2036469	0,01302
Restrições de acesso a trabalhadores qualificados ^a	-0,0286687	0,0622295	-0,0083417	0,01819
Restrições de acesso à informação ^a	0,0447123	0,0639231	0,012834	0,01818
Restrições de custo do financiamento ^a	0,0372889	0,0559005	0,0107244	0,01596
Região Sul ^a	-0,1939659	0,1223462	-0,0576815	0,03725
Região Sudeste ^a	-0,1791988	0,1209135	-0,0518196	0,03485
Região Centro-Oeste ^a	-0,1646675	0,1481344	-0,0504726	0,04778
Região Nordeste ^a	-0,1628263	0,1343616	-0,0496218	0,04287
Intensidade do Setor Média e Alta ^a	-0,1478611*	0,0430026	-0,0436037	0,0129
Constante	-1,176206	0,1621651		
Estatísticas do Modelo				
Pseudo-R ²		0,1721		
Observações		5833		
Estatística Wald		981,85*		

Fonte: Elaboração própria. Nota: (*) significativo a 1%, (**) significativo a 5%, (***) significativo a 10%. Ausência de asterisco representa coeficiente não significativo. (°) se refere ao efeito marginal das variáveis binárias com a mudança de 0 para 1.

Por serem um tipo novo de inovação, e como seu desenvolvimento está muito relacionado a riscos e incertezas, a busca de fontes externas de informação, bem como os acordos cooperativos são um dos

fatores apontados pela teoria tradicional das inovações que podem propiciar a sua realização. No caso das fontes de informação, apenas aquelas relacionadas a institutos de pesquisas e centros universitários foram significativas, a um nível de confiança de 1%, tal como em Belin *et al* (2011). As outras fontes de informação externa (Fornecedores, Consumidores, Concorrentes) não foram significativas. Para o caso das Eco-Inovações brasileiras, os acordos cooperativos também se mostraram significativos a 10%, o que permite corroborar que a realização de cooperação aumenta a probabilidade das empresas eco-inovarem, como foi observado por Mazzanti e Zoboli (2006), Horbach (2007), Horbach *et al* (2012) e De Marchi (2012).

Outra variável significativa para explicar a adoção de Eco-Inovações foi o impacto da inovação no enquadramento em regulações e normas padrão. Embora, essa variável não esteja relacionada à regulação especificamente de caráter ambiental, foi utilizada como uma *proxy* para mensurar a relação entre as Eco-Inovações e a regulação. A hipótese adotada é de que empresas que respondem às normas e regulações são aquelas que recebem também maior incidência de fiscalização e regulação ambiental. De acordo com o resultado, o coeficiente associado à variável regulação foi positivo e estatisticamente significativo a 1%, assim como em Rennings *et al* (2006), Mazzanti e Zoboli (2006), Frondel *et al* (2007), Horbach (2007), Horbach *et al* (2012) e Veugelers (2012). Logo, espera-se que quanto mais normas e padrões regulatórios as empresas devem atender para realizarem suas atividades econômicas, maiores são as probabilidades das mesmas eco-inovarem.

Analisando os impactos da adoção de Eco-Inovações, outras variáveis são relevantes para indicar os fatores mercadológicos e produtivos que podem motivar a realização de Eco-Inovação. De acordo com os resultados percebe-se que o coeficiente associado à busca de inserção em novos mercados (fator de *demand pull*), foi positivo e estatisticamente significativo a 10%, assim como em Kammerer (2009), Mazzanti e Zoboli (2006), Horbach (2008) e De Marchi (2012). A busca por maior flexibilidade da capacidade de produção, significativo a 1%, também impacta positivamente na probabilidade da empresa realizar Eco-Inovações, assim como a procura por maior qualidade do produto e a redução dos custos de produção, significativos a 1%, sendo esta última significativa na grande maioria dos estudos a respeito dos determinantes da Eco-Inovação como em Horbach (2007), Belin *et al* (2011), Horbach *et al* (2012) e Nadel (2012). Por outro lado, a manutenção ou ampliação da participação de mercado não foi relevante para que empresas eco-inovem.

Desse modo, percebe-se que a adoção das Eco-Inovações está relacionada com a intenção das empresas em conquistar novos mercados e de melhorar a qualidade ou imagem do produto ou serviço, o que pode ser consequência do aumento do número de consumidores mais preocupados com os impactos ambientais gerados. Além disso, as Eco-Inovações estão muito relacionadas com a busca de melhores estruturas organizacionais que permitam uma maior flexibilidade produtiva e com menores custos.

Quanto aos fatores que restringem ou inibem a realização de atividades eco-inovativas nenhuma das variáveis apontadas foram significativas. O mesmo ocorreu em relação às variáveis de controle regional. Porém, no que tange à variável de controle de intensidade tecnológica do setor, percebe-se que quanto maior for o nível de intensidade tecnológica da firma menor é a probabilidade de eco-inovar, ou seja, as empresas pertencentes aos setores de média e alta intensidade tecnológica tendem a eco-inovarem menos do que as de baixa e média-baixa intensidade tecnológica.

Em suma, tem-se que, de modo geral, os resultados encontrados sobre os determinantes da Eco-Inovação brasileira para o período analisado estão em consonância com os principais resultados empíricos das pesquisas internacionais. Porém, ao desagregar os tipos de Eco-Inovação segundo o impacto gerado pode-se encontrar resultados distintos, devido à especificidade de cada subgrupo. Logo, a seguir a análise dos determinantes da Eco-Inovação segundo o tipo de Eco-Inovação é apresentado, com o intuito de analisar se os mesmos padrões observados no modelo geral são válidos quando se analisa individualmente em relação ao tipo de impacto causado pela Eco-Inovação.

5.2 Determinantes da Eco-Inovação nas empresas industriais brasileiras a partir da PINTEC 2011, segundo o tipo de Eco-Inovação adotada

Depois de evidenciar quais são os determinantes gerais da adoção de Eco-Inovações, se faz necessário analisar se os mesmos padrões encontrados permanecem válidos ao se considerar o tipo de Eco-Inovação adotada, bem como verificar se há modificações dos mesmos a depender do tipo realizado. Os resultados estão organizados na Tabela 4 em anexo.

Em relação as características das empresas, o número de pessoal ocupado foi significativo para todos os tipos de Eco-Inovação, fato já identificado no modelo geral dos determinantes da Eco-Inovação. Logo, pode-se afirmar que quanto maior a quantidade de pessoal ocupado, maior a probabilidade das empresas eco-inovarem. No que concerne à relação entre Eco-Inovação e a presença de capital estrangeiro, os dados mostram que essa variável foi significativa apenas para as Eco-Inovações que reduziram o Consumo de Energia, Água ou reduziu o impacto ambiental, logo, quanto maior a presença de capital estrangeiro maiores são as probabilidades dessas empresas eco-inovarem. A variável mercado principal foi significativa em todos os modelos, com exceção do modelo de Consumo de Água. Para as Eco-Inovações que reduziram o Consumo de Energia quanto mais internacionalizado é o mercado consumidor da empresa, menores são as probabilidades de realizar esse tipo de Eco-Inovação, mas para todos os outros casos relevantes essa relação é diretamente proporcional.

Já a respeito dos indicadores de esforço e desempenho inovativo¹⁴, tanto o nível de qualificação dos funcionários quanto o gasto em atividades inovativas não foram relevantes para explicar a adoção dos tipos de Eco-Inovações apontados. Já os gastos com atividades inovativas por trabalhador foi estatisticamente significativo a um nível de confiança de 1% para explicar a realização de Eco-Inovações que reduzem o impacto ao meio ambiente, ou seja, quanto maior os gastos em atividades inovativas por trabalhador, maiores são as probabilidades de as empresas realizarem Eco-Inovações que reduzam o impacto ambiental. Os gastos com pesquisa e desenvolvimento foram relevantes para a adoção de Eco-Inovações que reduzem o Consumo de Materiais apenas. No que diz respeito aos dois indicadores que medem o resultado inovativo, tanto a capacidade de inovação quanto a produtividade foram positivos e estatisticamente significativos para quase todos os modelos, significando que quanto maior a produtividade e a capacidade efetiva de inovar, seja ela de produto, processo ou organizacional, maiores são as probabilidades de as empresas realizarem algum tipo de Eco-Inovação. A capacidade de inovação foi relevante para 4 dos 5 modelos, exceto para o modelo Consumo de Energia. Já a produtividade foi relevante para apenas 2 dos 5 modelos, Consumo de Água e Gestão Ambiental.

No caso das fontes de informação, a variável sobre a aquisição e acesso a fontes externas de informação foram relevantes apenas para as Eco-Inovações que reduziram o impacto ambiental. Já aquelas relacionadas a institutos de pesquisas e centros universitários foram relevantes para 4 dos 5 modelos apresentados, a um nível de confiança de 1%, a exceção foram as Eco-Inovações que reduziram o Consumo de Energia. Considerando os dados sobre a cooperação, verifica-se que os acordos cooperativos são positivamente relacionados com as Eco-Inovações que reduzem o Consumo de Energia e o impacto ao meio ambiente, para as demais, essa variável não se mostrou estatisticamente significativa.

Outra variável significativa para explicar a adoção de Eco-Inovações foi o impacto da inovação no enquadramento em regulações e normas padrão. Assim como no modelo geral essa variável foi utilizada como uma *proxy* para mensurar a relação entre as Eco-Inovações e a regulação que as empresas recebem. De acordo com o resultado, a regulação foi positiva e estatisticamente significativa a 1% para todos os tipos de Eco-Inovação apontados. Logo, espera-se que quanto mais reguladas as empresas forem, maiores são as chances das mesmas eco-inovarem.

Seguindo a mesma lógica do modelo geral, uma forma de verificar outras variáveis que podem ser relevantes para motivar a realização de Eco-Inovação é considerar quais foram os principais impactos das

¹⁴ Por motivos / limitações econométricas a variável de esforço inovativo gastos com atividades inovativas foi utilizada apenas para as Eco-Inovações que geraram a redução de energia, água e que fizeram Gestão Ambiental. Para as Eco-Inovações que reduziram o impacto ambiental foi utilizada a variável Gastos com atividades inovativas por trabalhador, e para as que diminuam o consumo de materiais foi utilizada o gasto em P&D.

Eco-Inovações para as empresas. No que tange à qualidade de produto, com exceção das Eco-Inovações de Gestão Ambiental, para todas as demais houve significância estatística, de modo que quanto maior a busca por melhorias na qualidade do produto, maior é a probabilidade de eco-inovar.

Quanto aos fatores que restringem ou inibem a realização de atividades eco-inovativas diferentemente do modelo geral onde nenhuma das variáveis apontadas foram significativas, ao especificar os tipos realizados a situação se modifica. A falta de acesso a trabalhadores qualificados foi um dos principais obstáculos que inibem a realização de Eco-Inovações que reduzem o Consumo de Materiais e Água. A falta de acesso às informações foi um obstáculo às Eco-Inovações que reduziram o impacto ambiental. Já o custo elevado de financiamento foi um dos problemas que impactaram as Eco-Inovações que reduziram o Consumo de Água ou que realizaram algum tipo de Gestão Ambiental.

No que diz respeito às variáveis de controle regional, tem-se que a Região Sul e a Nordeste não foram significativos para nenhum dos tipos de Eco-Inovação analisados. Já a Região Sudeste é relevante para o modelo de Consumo de Materiais, e a Centro-Oeste para a realização de Gestão Ambiental. Quanto a variável de controle de intensidade tecnológica do setor, do mesmo modo do modelo geral, ela foi significativa e negativamente relacionada com a realização de todos os tipos de Eco-Inovação, logo, a ideia de que as empresas pertencentes aos setores de média e alta intensidade tecnológica tendem a eco-inovarem menos do que as outras é reforçada.

Em síntese, os determinantes das Eco-Inovações em termos gerais e em relação ao tipo de impacto causado possuem os mesmos padrões. Todavia, ao segmentar a análise é perceptível que a depender do impacto causado pela Eco-Inovação a significância das variáveis explicativas listadas pode variar, como ocorreu ao se tratar dos fatores que constituíram uma barreira para as Eco-Inovações. Em todos os modelos analisados, os resultados encontrados estão em consonância com as análises realizadas sobre as Eco-Inovações internacionais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa nova onda de discussões ambientais, um paradigma que ganhou relevância nas discussões foi a Economia Verde. Com o intuito de contribuir para a construção de um modelo de desenvolvimento sustentável e que amenize o impacto da ação do homem sobre a natureza, a Economia Verde propõe medidas e soluções mais concretas que provocam mudanças internas no sistema produtivo, principalmente por meio do uso de Tecnologias Verdes e de Eco-Inovações. Apesar das ressalvas e críticas que circundam o tema, tanto as Tecnologias Verdes quanto as Eco-Inovações têm se tornado cada vez mais evidentes e notórias no cenário mundial. Porém, apesar das Eco-Inovações serem uma realidade comprovada e consolidada na literatura internacional, no Brasil, pouca atenção ainda tem sido dada a elas. Apesar dos estudos brasileiros serem pouco numerosos, dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC) apontam a crescente evolução da adoção de Eco-Inovações no Brasil, o que faz necessário a análise deste fenômeno, buscando identificar suas características e seus determinantes. Dentro deste contexto, o presente trabalho buscou identificar quais são os principais fatores que incentivam a realização de Eco-Inovações no Brasil, tanto em termos gerais quanto em relação ao tipo de Eco-Inovação realizada, bem como quais são as principais características dessas empresas.

Quanto aos principais determinantes da Eco-Inovação brasileira nos períodos de 2009 a 2011, considerando o modelo geral, em relação as características das empresas, apenas a presença de capital estrangeiro e o apoio do governo não foram significativos. Já os coeficientes associados às variáveis de pessoal ocupado e a variável mercado principal foram positivas e estatisticamente relevantes a 1% e 5%, respectivamente. Porém, no que diz respeito à intensidade de exportação, estatisticamente relevante a 1%, pode-se perceber que a relação dessa variável com a Eco-Inovação é negativa, o que significa dizer que quanto mais uma empresa exportar, menor será a probabilidade de que realize algum tipo de Eco-Inovação. Os resultados, a princípio divergentes, em relação ao mercado principal e a exportação podem ser explicados pelo fato de que o acesso ao mercado externo tende a favorecer a realização de Eco-Inovações, porém, a intensidade dessa inserção internacional pode ser em muitos casos a consequência da realização da Eco-Inovação e não sua causa. Em relação aos indicadores de esforço e desempenho inovativo, as Eco-Inovações parecem estar mais relacionadas com o resultado inovativo e não com aspectos relacionados ao esforço em inovar. Ao se tratar das variáveis que inferem sobre a fonte de informação e cooperação,

apenas aquelas relacionadas a fontes de informação provenientes de institutos de pesquisas e centros universitários foram significativas, bem como a realização de acordos cooperativos. Outra variável significativa foi o impacto da inovação no enquadramento em regulações e normas padrão. Além disso, é possível notar que as Eco-Inovações está relacionada com a intenção das empresas em conquistar novos mercados, de melhorar a qualidade ou imagem do produto ou serviço, assim como com a busca de melhores estruturas organizacionais que permitam uma maior flexibilidade produtiva e com menores custos.

Finalmente, em relação aos modelos sobre os determinantes da Eco-Inovação por tipo de Eco-Inovação adotada os padrões da análise geral permanecessem os mesmos. Além disso, ao segmentar a análise é perceptível que a depender do impacto causado pela Eco-Inovação a significância das variáveis explicativas listadas pode variar, como ocorreu ao se tratar dos fatores relacionados aos indicadores de esforço inovativo, dos fatores que identificam as barreiras às Eco-Inovações, entre outros. Porém, em todos os modelos analisados, os resultados encontrados estão em consonância com os principais resultados empíricos das pesquisas internacionais. As divergências encontradas, como a não significância estatística da relação apoio do governo e a realização de Eco-Inovações, a relação inversa entre exportação e Eco-Inovação, podem ser justificadas pelas especificidades que cada empresa que cada país possui, do estágio inovativo e de maturidade em que cada empresa se encontra, bem como a forma na qual as variáveis foram construídas.

Em suma, esta pesquisa contribui para a literatura sobre as Eco-Inovações brasileiras em várias dimensões. Em primeiro lugar, porque demonstra de modo simplificado e preliminar o caráter multidisciplinar que envolve a discussão das Tecnologias Verdes e das Eco-Inovações, a qual envolve duas abordagens teóricas distintas e uma empírica (Economia do Meio Ambiente, Economia Verde e Teoria Evolucionária da firma), mas que dialogam entre si, propiciando uma aproximação e análise mais robusta e assertiva das Eco-Inovações, o que não é trivial. Segundo, evidencia as semelhanças e as diferenças, por meio de análise comparativa entre as empresas que realizam Eco-Inovações e as que realizam outros tipos tradicionais de inovação no Brasil. Em terceiro lugar, fornece informações acerca dos principais determinantes da Eco-Inovação no Brasil no período recente. E finalmente, ao cumprir com os objetivos propostos, o trabalho fornece evidências que podem auxiliar a formulação de políticas que incentivem essas novas atividades inovativas, uma vez que a difusão das mesmas favorece um desenvolvimento produtivo e tecnológico de baixa entropia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEISE, M., RENNINGS, K. 2005. Lead markets and regulation: a framework for analyzing the international diffusion of environmental innovations. *Ecological Economics*. v. 52, p. 5-17.
- BELIN J.; HORBACH J.; OLTRA, V. 2011. Determinants and Specificities of Eco-innovations – An Econometric Analysis for the French and German Industry based on the Community Innovation Survey, Cahiers du GREThA, n. 2011–17.
- BERNAUER, T., ENGEL, S., KAMMERER, D., SEJAS NOGAREDA, J., 2006. Explaining green innovation: ten years after porter's win-win proposition: how to study the effects of regulation on corporate environmental innovation? *Politische Vierteljahresschrift*. v.39: jun.
- CASSIOLATO, J.E.; LASTRES, H.M.M., 2003. O foco em arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas. In: CASSIOLATO, J. E., LASTRES, H. M. M. e MACIEL, M.L. (orgs.) *Pequena Empresa – Cooperação e Desenvolvimento Local*. Ed. Relume Dumará.
- DE MARCHI, V., 2012. Environmental innovation and R&D cooperation: empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*. n.41: 614-623.
- DOSI, G., 1982. Technological paradigms and technological trajectories. *Research Policy*, v.11, p.47-162.
- FINEP. MANUAL DE OSLO - Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Terceira edição. ARTI/FINEP, 2005.
- FRONDEL, M.; HORBACH, J.; RENNINGS, K. 2007. End-of-pipe or cleaner production? An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries. *Business Strategy and the Environment*, v.16, p.571-584.

FUKASAKU, Y. 2000. Stimuler l'innovation environnementale. In: OCDE, *Le développement durable*. Numéro especial, Paris: OCDE.

GANOTAKIS, P.; LOVE, J. H. 2010. R&D, product innovation, and exporting: evidence from UK new technology based firms. *Oxford Economic Papers* 63.2 (2011): 279-306.

HOFF, D.N.; AVELLAR, A.P.M.; ANDRADE, D.C. 2015. Eco- Inovação nas empresas brasileiras: investigação empírica a partir da PINTEC. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*.

HORBACH, J., 2008. Determinants of Environmental Innovation - New Evidence from German Panel Data Sources, *Research Policy*, Vol.37, Issue 1, 163-173.

HORBACH, J; RAMMER, C; RENNINGS, K. 2012. Determinants of eco-innovations by type of environmental impact – The role of regulatory push/pull, technology push and market pull. *Ecological Economics*, v.78, p. 112-122.

IBGE, 2011. *Pesquisa de Inovação - PINTEC 2011*. Rio de Janeiro.

KAMMERER, D. 2009. The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation.: Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany. *Ecological Economics*, v. 68, p.2285-95.

LUCCHESI, A.; COLE, M.A.; ELLIOT, J.R.R; NAERCIO A. MENEZES-FILHO, N.A.M. 2014. *Determinants of Environmental Innovation in Brazilian Manufacturing Industries*.

LUNDVALL, B.A. 1992. Introduction. In: LUNDVALL, B.A. (ed). *National System of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. London-New York: Pinter Publishers, Cap. 1.

LUSTOSA, M. C. J. 2011. Inovação e tecnologia para uma Economia Verde: questões fundamentais. *Política Ambiental. Economia Verde: Desafios e Oportunidades*, Belo Horizonte, n.8, p.111-22.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. 1997. Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. *Industrial and Corporate Change*, v.6, pp. 83-117.

MAZZANTI M, ZOBOLI R. 2006. *Examining the factors influencing environmental innovations*.

MOWERY, D; ROSENBERG, N. 1979. The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, v. 8, p. 102-153.

MURPHY, J., GOULDSON, A. 2000. Environmental policy and industrial innovation: integrating environment and economy through ecological modernization. *Geoforum*. v,31, p.33-44.

NADEL, G. 2012. The determinants of eco innovative performance according to firms' strategic profiles : The case of French Industrial Firms. *Paper to be presented at the DRUID Academy 2012 on January 19-21 at University of Cambridge /The Moeller Centre*.

NELSON, R.R. E WINTER, S.G., 1982. *Uma Teoria Evolucionária da Mudança Econômica*. Campinas, SP: Editora da Unicamp.

OECD, 2012. *Organization for economic Co-operation and Development. Environmental Strategy for the First Decade of the 21 century*.

PAVITT, K. 1984. Sectoral Patterns of Technical Change: Towards an Taxonomy and a Theory. *Research Policy*, 13, pp. 343-373.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. 1995. Towards a new conception of the environment competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, v.9, n.4, p.97-118.

RENNINGS, K. 2000. Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*. v.32, n. 2, feb., p. 319–332.

ROSENBERG, N. 1982. *Inside the Black Box: Technology and Economics*. New York: Cambridge University Press.

STATA. 2014. *IVprobit*. Disponível em: <http://www.stata.com/manuals13/rivprobit.pdf>.

TEECE, D.; PISANO, G.; SHUEN, A. 1998. *Dynamic capabilities and strategic management*. *Strategic Management Journal*. v.18, p. 509-533.

VEUGELERS, R., 2012. Inducing private clean innovations. Available at SSRN 2190810.

WOOLDRIDGE, J. M. 2010. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press.

Tabela 4 - Modelo Heckprobit dos Determinantes dos Tipos de Eco-Inovação nas Empresas Industriais Brasileiras em 2011

Categorias	Modelo 2 – Consumo Materiais		Modelo 3 – Consumo Energia		Modelo 4 – Consumo Água		Modelo 5 – Meio Ambiente		Modelo 6 – Gestão Ambiental	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
Pessoal Ocupado	0,02817***	0,071777*	0,0311954**	0,070343*	0,117133*	0,068843*	0,055627*	0,073213*	0,13230*	0,06251*
Intensidade Exportação	-0,10820**	-0,20059*	-0,0765894	-0,1870511*	-0,091433	-0,17349*	-0,017111	-0,16816*	-0,139741*	-0,15806*
Capital Estrangeiro	-0,05730	0,053175	0,1176052***	0,0587917	0,1886042*	0,0559438	0,10552***	0,064282	0,0647404	0,045421
Mercado Principal	0,1524***	0,18868**	-0,178931**	0,18753**	-0,103596	0,19158**	0,1697**	0,1654**	0,2503967*	0,20985**
Qualidade Mão-de-obra	-0,04679	-0,077272	0,1560087	-0,175247	0,1918864	-0,071274	-0,250788	-0,085446	-0,053920	-0,014412
Gastos Atividades Inovativas			0,0089573	0,0004004	-0,001491	-0,000683			-0,004473	0,0018695
Gastos Atividades Inovativas/ Trab.							0,036335*	0,017306		
Gastos com P&D	0,02064*	0,004993								
Capacidade de Inovação	0,1453***	1,09612*	0,1391784	1,078487*	0,3050038*	1,081795*	0,385624*	1,06204*	1,682231*	1,078686*
Produtividade	-0,000020	0,000181*	0,0000109	0,000157*	0,00059***	0,0001543*	0,0000753	0,0009**	0,0001143*	0,000143*
Informação Externa	-0,05010	-0,092108	-0,0403056	-0,0957457	0,0555638	-0,088793	-0,182804*	-0,079405	-0,081512	-0,085083
Informação Pesquisadores	0,10594*	0,124789*	0,1797475	0,1402715*	0,1717574*	0,1400714*	0,143980*	0,136711*	0,10833*	0,1422279*
Cooperação	0,040743	0,0852***	0,093126**	0,09084***	0,04358	0,09135***	0,13208*	0,1004**	0,057748	0,096824**
Regulação (Proxy)	0,287278*	0,393686*	0,2934665*	0,3982815*	0,4834859*	0,3946957*	0,634675*	0,39489*	0,2451359*	0,3867242*
Qualidade do Produto	0,16485**	0,297954*	0,3753686*	0,2965211*	0,2475501*	0,2971919*	0,610683*	0,29688*	0,0605094	0,3134551*
Ampliação/Participação no Mercado	-0,017001	-0,09899	0,0527098	-0,0883479	-0,027163	-0,093386	-0,004118	-0,096597	-0,093175	-0,096458
Novo Mercado	0,131247*	0,09266**	0,107399**	0,0903266**	0,1625232*	0,08715***	0,1588866*	0,08875**	-0,023320	0,0913815**
Capacidade de Produção	0,379693*	0,245595*	0,5175008*	0,2347052*	0,39747*	0,237410*	0,2224842*	0,230438*	0,0145676	0,236448*
Custo de Produção	1,06174*	0,684175*	0,9147162*	0,6903608*	0,712428*	0,6841376*	0,529706*	0,689010*	0,0967334**	0,6873123*
Acesso a trabalhadores Qualificados	-0,12364**	-0,037506	-0,0567752	-0,0251122	-0,11468**	-0,030248	-0,057065	-0,020387	0,0260395	-0,036375
Acesso à informação	-0,067762	-0,047858	-0,0035746	-0,0332302	-0,000081	-0,0415795	-0,127242**	-0,0278377	-0,0141061	-0,0424427
Custo de Financiamento	-0,010575	0,04559	0,0557424	0,0547809	-0,159523*	0,0387616	0,0703446	0,0373638	-0,1130526**	0,039178
Região Sul	-0,150998	-0,217***	-0,1198041	-0,19964***	0,0614889	-0,2012***	-0,157369	-0,183872	-0,122164	-0,1976***
Região Sudeste	-0,1791***	-0,2169***	-0,126102	-0,188778	0,094661	-0,18606	-0,09788	-0,16811	-0,12042	-0,16353
Região Centro-Oeste	-0,081664	-0,174663	-0,0987785	-0,1582708	0,1041167	-0,164684	0,0257732	-0,147456	-0,23128***	-0,163904
Região Nordeste	-0,073683	-0,2003403	-0,057294	-0,1792803	0,0790118	-0,171577	-0,100535	-0,140280	-0,132205	-0,143847
Intensidade Média e Alta	-0,03404**	-0,145952*	-0,0230162**	-0,1464202*	-0,0754***	-1,1456621*	-0,11084*	-0,15336*	-0,210651*	-0,15504*
Constante	-1,963704	-1,191428	-2,423847	-1,193783	-3,369789	-1,181916	-2,120091	-1,214978	-1,937209	-1,187962
Estatísticas do Modelo										
Wald chi2(25)	1045,85*		924,33*		678,43		1109,71*		838,67*	
Observações	1465	5833	1465	5833	1465	5833	1465	5833	1465	5833
Rho=0	81,85*		21,50*		4,99**		81,86*		38,06*	

Fonte: Elaboração própria. Nota: *significativo a 1%, ** significativo a 5%, *** significativo a 10%. Ausência de asterisco representa coeficiente não significativo..