

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL: UMA ANÁLISE DAS
ESTRATÉGIAS DAS FIRMAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO
BRASILEIRA**

JULIA MELLO DE QUEIROZ

RIO DE JANEIRO

AGOSTO 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL: UMA ANÁLISE DAS
ESTRATÉGIAS DAS FIRMAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO
BRASILEIRA**

JULIA MELLO DE QUEIROZ

ORIENTADOR: PROF. CARLOS EDUARDO FRICKMANN YOUNG

RIO DE JANEIRO

AGOSTO 2011

JULIA MELLO DE QUEIROZ

**DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL: UMA ANÁLISE DAS
ESTRATÉGIAS DAS FIRMAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO
BRASILEIRA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia, Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de MESTRE em Ciências Econômicas.

BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. Carlos Eduardo Frickman Young – Orientador

Professor Dr. José Eduardo Cassiolato

Professora Dra. Maria Cecília J. Lustosa

RIO DE JANEIRO

AGOSTO 2011

DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL: UMA ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS DAS FIRMAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA

RESUMO: Diante da natureza dinâmica do papel da tecnologia sobre o meio ambiente, a dissertação analisa os determinantes das inovações que reduziram os impactos ambientais para as firmas da indústria de transformação brasileira com base nos dados da PINTEC 2008. Assim como nas inovações de maneira geral, a introdução de inovações ambientais (IA) está relacionada com o tamanho da empresa e com a origem estrangeira do capital. Em relação às estratégias e esforços inovativos das firmas, os dados evidenciam que essas atividades são focadas nos determinantes que tem pouca ou nenhuma relação com as IA. Por outro lado, os fatores relacionados à geração e difusão de conhecimento, aprendizado e fortalecimento das capacitações apresentam uma significativa relação com as IA. Desse modo, os resultados mostram que as estratégias das firmas não convergem com a necessidade de se avançar rumo a um desenvolvimento menos agressivo ao meio ambiente. Além disso, o estudo aprofunda nas questões referentes à determinação das IA e insere fatores relacionados à competitividade e à adaptação à regulação através de um modelo econométrico. Com base na relevância da questão regulatória, faz-se uma análise dos determinantes das IA a nível setorial. Os resultados corroboram a hipótese que regimes tecnológicos e ambientais moldam padrões setoriais de IA e, portanto, a IA não pode ser considerada uma resposta direta à regulação em todos os setores, pois elas dependem das características das indústrias e da capacidade de resposta de cada firma.

Palavras-chave: Inovação ambiental, estratégias, regulação

**DETERMINANTS OF ENVIRONMENTAL INNOVATION: AN ANALISYS
OF THE STRATEGIES OF BRAZILIAN MANUFACTURING INDUSTRIAL
FIRMS'**

ABSTRACT: Given the dynamic nature of the role of technology on the environment, the thesis analyses the determinants of innovation that have reduced the environmental impact for the Brazilian manufacturing industrial firms' based on PINTEC 2008 data. As occurs in the innovation process in a general sense, the introduction of environmental innovation (EI) is related to the firm's size and foreign origin capital. Regarding the strategies and innovative efforts of firms, the data shows that these activities are focused on the determinants that have little or no relation with EI. On the other hand, factors related to the generation and diffusion of knowledge, learning and strengthening of competences have a significant relation with IA, i.e., these elements are more important to the generation of EI than to the innovation that don't reduce environmental damage. In this sense, the results show that the firms' strategies do not converge with the need to move towards a development less aggressive to the environment. Moreover, the study deepens in the issues of determination of EI and insert elements related to competitiveness and adapting to regulation through an econometric model. Based on the relevance of the regulatory issue, a sectoral analysis of the determinants of EI is done. The results corroborate the hypothesis that technological and environmental regimes shape sectoral standards of EI and, so, the EI cannot be considered a direct response to regulation in all sectors, because they depend on the industry characteristics and the individual firm's capacity.

Key-words: Environmental Innovation, strategies, regulation

Queiroz, Julia Mello de.

Determinantes da Inovação Ambiental: uma análise das estratégias das firmas da indústria de transformação brasileira / Julia Mello de Queiroz - Rio de Janeiro: IE / UFRJ, 2011.

xvi, 135f.: il.; 31 cm.

Orientador: Carlos Eduardo Frickman Young

Dissertação (mestrado) – UFRJ / IE / Programa de Pós-graduação em Economia, 2011.

Referências Bibliográficas: f. 147-152.

1. Inovação Ambiental. 2. Estratégia e esforço inovativo das firmas. I. Young, Carlos Eduardo F. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia. III. Determinantes da Inovação Ambiental: uma análise das estratégias das firmas da indústria de transformação brasileira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Professor Carlos Eduardo F. Young, pela confiança de sempre, pelas oportunidades e por abrir tantas portas na minha vida acadêmica/profissional. Além disso, agradeço pelo aprendizado através da convivência que já dura alguns anos.

Agradeço aos professores do Instituto de Economia pela oportunidade de aprofundar em temas que contribuíram para uma formação bastante robusta para o tão sonhado curso de mestrado.

Agradeço aos pesquisadores do GEMA, pela parceria, disponibilidade e descontração nos momentos mais exaustivos.

Agradeço também aos pesquisadores da Redesist, que sempre me apoiaram e estiveram disponíveis para qualquer dúvida, em especial o pesquisador Fabio Stallivieri, que me auxiliou com a parte empírica em diversos momentos.

Ao IBGE, que disponibilizou os dados utilizados na dissertação e ao economista Félix Manhica que me ajudou enormemente na parte econométrica.

Agradeço aos meus colegas de turma do mestrado, que deixaram os dias de estudo mais leves. Principalmente minhas amigas Luiza Helena e Thaís e meus amigos Gustavo e Flávio, que compartilharam os momentos de estresse para entrada no mestrado, mas que com certeza foram inesquecíveis, muito divertidos e maravilhosos no final de tudo.

Em especial, agradeço às meninas do meio ambiente (Luiza Nassif, Camila Gramkow e Gabriela Podcameni), que foram minhas principais bases para o desenvolvimento dessa dissertação. Sem os grupos de estudo, as discussões sobre economia ambiental heterodoxa, as críticas e, principalmente, a convivência e o

apoio, eu não teria sido capaz de me entregar a essa pesquisa de maneira tão profunda. Agradeço também à Luiza Maia de Castro, pelo apoio e empolgação de sempre, além do auxílio em diversos detalhes técnicos.

À Gabriela Podcameni vale um agradecimento muito mais que especial, que não cabe nessas páginas. Agradeço do fundo do coração a amizade e cumplicidade que cresceu a cada linha escrita dessa dissertação. Agradeço a confiança, que nos momentos mais complicados nunca deixou de existir. Sem falar das incríveis aulas que me deu sobre inovação e meio ambiente durante todos nossos encontros, seja no Instituto de Economia, no Namastê ou simplesmente pela internet. Uma parceira sem igual. Também agradeço muito ao Namastê, que me mostrou um outro lado da vida. Sem falar dos amigos que tive a oportunidade de conhecer nesse lugar incrível.

Agradeço à minha família, pelo apoio incondicional nesses anos de dedicação ao mestrado. Vale um agradecimento ao meu pai que nunca deixou de acreditar em mim e me proporcionou um patrocínio para fazer um mestrado que começou sem bolsa. Agradeço em especial à minha irmã Fernanda, pela intensidade em todos os momentos, pela companhia, pela maturidade, pela parceria e amor.

Agradeço também aos amigos e lindas amigas, que fizeram desses anos de mestrado muito mais divertidos. Em especial, à Bruna Velon que acompanhou toda a saga para entrar no mestrado e à Mariana Azpiazu, com quem morei junto alguns meses nos piores momentos da dissertação e me apoiou e contribuiu de maneira significativa com nossas conversas.

Por fim, agradeço a uma das minhas maiores paixões, meu time, o maior de todos. Ao Flamengo, pelas alegrias e tristezas nesses dois anos e meio de estudos, com destaque para o hexacampeonato brasileiro em 2009. Sou imensamente grata.

Obrigada.

Ao Professor Fábio Stefano Erber. Um dos maiores mestres que vi lecionar e uma enorme fonte de admiração e inspiração.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	16
CAPÍTULO I - TEORIA EVOLUCIONÁRIA E INOVAÇÃO AMBIENTAL ..	20
I.1. A Inovação sob a Ótica da Teoria Evolucionária Neo-schumpeteriana.....	21
I.2. Mudança Tecnológica, Paradigma e Trajetória Tecnológica.....	26
I.3. Tecnologia e Meio Ambiente.....	29
I.4. Inovação Ambiental.....	32
I.4.1. Determinantes da Inovação Ambiental.....	36
I.4.2. Inovação Ambiental: Evidências Empíricas.....	41
I.4.3. Críticas e Limites do Conceito de Inovação Ambiental.....	46
CAPÍTULO II – CARACTERÍSTICAS, ESTRATÉGIAS E ESFORÇO INOVATIVO DAS FIRMAS QUE REALIZARAM INOVAÇÕES AMBIENTAIS: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS PARA A INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA.....	49
II.1. Base de Dados: PINTEC 2008.....	50
II.2. Evolução do Número de Firms que Realizaram Inovações Ambientais.....	52
II.3. Metodologia.....	55
II.4. Caracterização das Firms que Realizaram Inovações Ambientais.....	59
II.5. Estratégias e Esforço Inovativo.....	65
II.5.1. Atividades Inovativas.....	66
II.5.2. Estratégias de Cooperação.....	75
II.5.3. Fontes de Financiamento e Subsídios.....	82
II.6. Conclusões.....	87
CAPÍTULO III – DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL: UMA ANÁLISE DA CENTRALIDADE DO PAPEL DA REGULAÇÃO	91
III.1. Determinantes da Inovação Ambiental: uma análise econométrica.....	92
III.1.1 Metodologia.....	92
III.1.2. Resultados.....	98
III.2. Regulação e Inovação Ambiental numa Perspectiva Setorial.....	102
III.2.1. Análise empírica.....	103
III.2.2. Setores que realizam ‘RIA’ e ‘RGL’ acima da média.....	106
III.2.3. Setores que realizam ‘RIA’ acima e ‘RGL’ abaixo da média.....	111
III.2.4. Setores que realizam ‘RIA’ abaixo da média.....	116
III.3. Conclusão.....	119
CONCLUSÃO.....	124
ANEXO.....	131
BIBLIOGRAFIA	147

TABELAS

Tabela 1: Evolução do percentual das firmas que realizaram IA	52
Tabela 2: Características das empresas que realizaram IA.....	61
Tabela 3: Distribuição das firmas que realizaram IA segundo o capital controlador..	62
Tabela 4: Distribuição das firmas que realizaram IA de acordo com o número de empregados	63
Tabela 5: Distribuição percentual das empresas que realizaram IA de acordo com o tipo de atividade inovativa.....	67
Tabela 6: Comparação entre as firmas que realizaram ou não IA de acordo com a atividade inovativa.....	69
Tabela 7: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA de acordo com a relevância da atividade inovativa.....	70
Tabela 8: Distribuição dos parceiros segundo a ordem de importância da atividade de cooperação	77
Tabela 9: Distribuição percentual dos gastos das firmas que realizaram IA de acordo com as fontes de financiamento.....	83
Tabela 10: Distribuição percentual das firmas que utilizaram os programas de apoio do governo e realizaram IA	84
Tabela 11: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA de acordo com o tipo de programa de apoio do governo	85
Tabela 12: Determinantes da Inovação Ambiental.....	98
Tabela 13: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA de acordo com a cooperação com cada parceiro	131
Tabela 14: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA de acordo com a relevância da cooperação	132
Tabela 15: Comparação do percentual das firmas que realizaram ou não IA de acordo com a cooperação com cada parceiro	134
Tabela 16: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA segundo o objeto de cooperação com cada parceiro.....	135
Tabela 17: Número de firmas e suas estratégias para setores selecionados	137

GRÁFICOS

Gráfico 1: Crescimento do percentual das firmas da indústria de transformação que realizaram inovações de produto e/ou processo e IA	53
--	----

QUADROS

Quadro 1: Determinantes da Inovação Ambiental.....	39
Quadro 2: Classificação dos setores de acordo com a realização de IA e a adaptação à regulação.....	105

“Porque o homem, que soube criar essa tecnologia maravilhosa, não se decide ainda a por a mesma energia e a mesma imaginação em empregá-la para construir uma sociedade melhor.” (PREBISCH, 1973, P. 229)

“Aqui está a grande incógnita. O bem estar material do homem, da grande massa de homens, está se tornando acessível na America Latina. É o bem estar mensurável. Há outros valores incomensuráveis que se sentem, embora não se possam quantificar. São os que dizem respeito à plenitude da vida. Poder-se-á atingir essa plenitude só com o desenvolvimento econômico?” (Ibid, p. 230)

INTRODUÇÃO

As rápidas mudanças na dinâmica global induzidas pelas tecnologias de informação e comunicação nas últimas décadas do século XX aumentaram consideravelmente a importância do papel das inovações para que se alcance altos índices de produtividade e melhora na competitividade das empresas. A rápida geração e difusão de inovações modificou os processos produtivos, encurtando o tempo com que novos produtos são inseridos nos mercados e distribuídos mundialmente. Assim, as inovações e a tecnologia passaram a ter um papel cada vez mais central no processo de desenvolvimento econômico.

Ao mesmo tempo, emergia um debate em torno das questões ambientais que passou a questionar os limites que a degradação ambiental poderia gerar para as atividades econômicas e a qualidade de vida. Esse assunto ganhou enormes proporções no final do século XX e se tornou um dos principais temas de discussão da atualidade. Assim, o meio ambiente passou a aparecer cada vez mais como um importante elemento no debate sobre o desenvolvimento econômico, na tentativa de ultrapassar o âmbito ecológico para ser pensado como algo mais amplo e sistêmico. No entanto, essa abordagem conjunta ainda é tímida frente à sua urgência, pois o modelo atual de desenvolvimento não produz níveis satisfatórios de bem estar e não garante existência de recursos para futuras gerações.

Com o objetivo de inserir o meio ambiente na esfera do desenvolvimento, faz-se necessário pensá-lo em consonância com as questões sobre o processo inovativo, pois ele pode abrir alternativas tecnológicas que sejam voltadas à sustentabilidade. Ou seja, as inovações, por terem uma natureza dinâmica, são capazes de modificar as relações entre a produção e os custos de redução dos impactos ambientais. Nesse

contexto, as inovações que diminuem os impactos dos produtos e processos produtivos no meio ambiente se tornam essenciais num mundo com recursos naturais escassos e graves problemas ambientais de âmbito local e mundial. Mais especificamente, as inovações ambientais (IA) são um fator chave para fazer o *link* da dimensão ambiental com o desenvolvimento, aumentando assim, seu caráter gerador de sinergias¹.

Na America Latina, a esfera inovativa e ambiental pode se tornar ainda mais relevante, pois a região tem importantes fontes de recursos naturais e baseia sua inserção internacional numa competitividade espúria. No caso do Brasil, além do potencial inovativo ser considerado relativamente baixo, ele é caracterizado por especificidades que decorrem das heterogeneidades do sistema econômico e social que dificultam ainda mais a mensuração e compreensão do processo de geração e difusão das inovações. Essa situação se agrava quando se analisa as inovações ambientais, pois como essa questão ainda é bastante incipiente, poucas firmas introduzem esse tipo de inovação e não se sabe ao certo como o processo de apoio, geração, desenvolvimento e difusão dessas inovações vêm ocorrendo. As empresas ainda desconhecem os inúmeros benefícios das IA e tampouco se sabe qual a real situação dessas inovações no Brasil e suas oportunidades de crescimento.

Apesar do crescente esforço de compreensão das questões acerca das tecnologias e inovações ambientais, ainda existem relativamente poucos estudos sobre o assunto. Diante disso, faz-se necessário que se compreenda melhor o que determina as IA para que sejam formuladas políticas públicas mais eficientes no que tange à

¹ Sabe-se que as inovações ambientais não resolvem totalmente os problemas relacionados ao meio ambiente e tampouco asseguram um desenvolvimento mais sustentável, mas elas são um possível caminho que as firmas devem buscar para que possam ter produtos e processos que gerem menos danos ambientais.

sustentabilidade ambiental, pois não se sabe ao certo em que medida as políticas de incentivo às inovações de maneira geral podem ter influência significativa no estímulo às inovações que diminuem os impactos ambientais. Além disso, existem alternativas tecnológicas, econômicas e ambientais para as empresas brasileiras com grande potencial para avançar nessa “corrida verde” e buscar uma competitividade autêntica, pois atualmente sabe-se que de nada adianta promover mudanças estruturais sem que sejam ambientalmente sustentáveis a longo prazo.

Nesse contexto, o presente trabalho busca contribuir para o debate sobre as IA na tentativa de analisar a hipótese que existem especificidades nos determinantes dessas inovações e, portanto, ‘regimes tecnológicos e ambientais’ moldam padrões setoriais de IA. Dessa forma, o objetivo geral da dissertação é verificar os determinantes da IA para firmas da indústria de transformação brasileira com base nos dados da PINTEC 2008. O objetivo específico é analisar quais as características das firmas que introduzem inovações ambientais e compreender melhor quais estratégias desses agentes podem influenciar a geração desse tipo de inovação. Além disso, o estudo procura aprofundar nas questões referentes à determinação das IA e sua relação com a abordagem setorial dos regimes tecnológicos e ambientais.

A dissertação está dividida da seguinte maneira: o Capítulo I faz uma revisão bibliográfica da Teoria Evolucionária Neo-Schumpeteriana e das questões que envolvem a tecnologia e o meio ambiente, com foco nos determinantes das inovações que reduzem os impactos ambientais. Num primeiro momento, o Capítulo II analisa a evolução e as características das firmas que adotaram IA. Posteriormente, ele verifica relação entre os esforços inovativos, as estratégias de cooperação e os programas de apoio do governo com as IA. O Capítulo III, por sua vez, busca compreender os determinantes da IA de maneira mais ampla, inserindo elementos relativos à

competitividade das empresas e uma variável relacionada à adaptação à regulação numa análise econométrica. A partir daí, o capítulo procura analisar as diferenças no processo de geração de IA para distintas indústrias com base na importância das questões regulatórias, ambientais e setoriais. Por fim, tem-se uma breve conclusão.

CAPÍTULO I - TEORIA EVOLUCIONÁRIA E INOVAÇÃO AMBIENTAL

O processo de desenvolvimento econômico é caracterizado pela geração, difusão e endogeneização do progresso técnico de forma heterogênea entre países. Esse fenômeno envolve o constante desenvolvimento de novas tecnologias pelas firmas com o objetivo de alcançar melhores posições competitivas no cenário internacional.

No entanto, essa tecnologia tem uma natureza dual na relação entre desenvolvimento econômico e meio ambiente. Por um lado, sua geração e difusão são responsáveis por altos níveis de crescimento econômico, aumento da produtividade das empresas, incremento do produto e do consumo e melhora do bem estar da população. Além disso, a utilização de recursos naturais e energia por parte das firmas para atender à crescente demanda decorrente do desenvolvimento econômico depende do tipo de tecnologia adotada. Nesse contexto, como normalmente as tecnologias utilizadas não aproveitam totalmente os insumos, esse processo acarreta a geração de rejeitos industriais que tem alto impacto ambiental. Ou seja, o desenvolvimento tecnológico pode gerar altos níveis poluição ao mesmo tempo que contribui significativamente para o desenvolvimento econômico.

Por outro lado, nesse mesmo processo de desenvolvimento, a tecnologia pode gerar técnicas redutoras de insumos aumentando a eficiência de utilização de recursos, diminuindo os níveis de emissão de poluentes e contribuindo para diminuir os danos ambientais gerados pelos seus produtos e processos produtivos. Nesse sentido, a geração de tecnologias e inovações que sejam voltadas à esfera ambiental podem se tornar importantes elementos para reduzir problemas relacionados à degradação do meio ambiente.

Com base na análise dinâmica do papel da tecnologia, as inovações podem gerar uma mudança tecnológica que, por sua vez, pode se tornar um fator chave para a resolução e diminuição de problemas ambientais decorrentes da atividade econômica das firmas. Como o crescimento econômico e a mudança tecnológica são processos complexos, não lineares e *path dependents*, eles dependem do conhecimento científico e tecnológico acumulado, da infra-estrutura, das instituições, etc. Assim, os atores econômicos também são endógenos ao processo de mudança (KEMP & SOETE, 1990). É dentro dessa complexa estrutura evolucionária que as questões ambientais e sua relação com a tecnologia devem ser analisadas, pois como o meio ambiente está em constante mudança, os objetivos de um desenvolvimento mais voltado à sustentabilidade são como *moving targets*.

“Natural resources cannot be reduced to ‘simple’ geological or mineral issues. Natural resource abundance is endogenous, technologically, economically, and socially constructed, and does not appear simply geologically predetermined.”(FORAY & GRUBLER, 1996, p.2)

Assim, abre-se a possibilidade de analisar as questões que envolvem inovação, mudança tecnológica e meio ambiente, dentro da teoria evolucionária que possui uma visão dinâmica do processo econômico. Desse modo, faz-se necessário uma melhor explicação dos tópicos da teoria evolucionária e das tecnologias voltadas à esfera ambiental (inovações ambientais) para melhor compreender essas relações.

I.1. A Inovação sob a Ótica da Teoria Evolucionária Neo-schumpeteriana

Como foi dito, os processos inovativos têm um papel central para o desenvolvimento econômico dos países, pois é através da capacidade de

endogeneização do progresso técnico que as nações podem buscar caminhos para ganhos de competitividade.

Essas questões relativas à capacidade inovativa voltaram a ser um importante foco de estudo diante do impacto da tecnologia de informação nos processos produtivos e em toda a dinâmica mundial a partir das últimas décadas do século XX. A inovação se tornou uma via de mão dupla para a tecnologia de informação (alimentando e sendo alimentada por ela) e diminuiu consideravelmente o tempo com que novos produtos e processos são inseridos nas rotinas dos agentes econômicos e difundidos mundialmente.

Nesse contexto, diversos pesquisadores voltaram aos estudos de Joseph Schumpeter no qual as mudanças técnicas e o empresário eram o centro do processo de crescimento econômico e passaram a analisar a evolução dessas mudanças e as relações entre estas e as mudanças organizacionais, performance econômica, tecnologia e instituições. Nesse contexto, afirma-se que a teoria Neo-Schumpeteriana resgatou o pensamento schumpeteriano ao enfatizar o papel da inovação e do conhecimento como o motor do desenvolvimento, dando um caráter mais amplo ao processo e acentuando seu caráter nacional e sistêmico (CASSIOLATO *et al.*, 2009):

“At the national level, the analysis points to the conclusion that long-term infra-structural investment in ‘mental-capital’ and its improvement is crucial for successful economic development, and for competitive performance.”
(FREEMAN, p. 23, 1982)

Os autores neo-schumpeterianos passaram a enfatizar as relações e conexões estabelecidas entre os diversos atores econômicos e sociais envolvidos e o contexto no qual estão inseridos. Assim, eles passaram a assumir todo o complexo que envolve a tecnologia como elementos essenciais no processo de desenvolvimento econômico.

Por exemplo, Dosi (1982) deixa claro sua definição de tecnologia que incorpora todo o conjunto das partes do conhecimento, que são teóricos e práticos, envolvem know-how, métodos e também experiências bem ou mal sucedidas.

Nesse sentido, a perspectiva Neo-Schumpeteriana assume a inovação não como um processo isolado, mas como um processo socialmente determinado, não linear e que depende fortemente de especificidades locais. Assim, a inovação é localizada no tempo e no espaço, mas sua expressão não se restringe à localidade.

No novo cenário internacional de rápidas transformações técnico-econômicas, a capacidade de absorver, gerar e difundir inovação e conhecimento se torna o principal instrumento que as economias devem buscar para que seja possível a internalização contínua do progresso técnico. Como ressalta Lastres e Cassiolato (2006):

“(...) a capacidade de gerar inovações é o fator chave na competitividade dinâmica e sustentada de empresas e nações, diversa da competitividade espúria baseada em baixos salários e exploração intensiva e predatória de recursos naturais” (LASTRES & CASSIOLATO, 2006)

O entendimento da inovação como algo localizado vai contra a idéia da existência de um tecno-globalismo, onde “as informações, conhecimentos e tecnologias são simples mercadorias, passíveis de serem transferidas sob a mediação dos mercados via mecanismos de preços” (CASSIOLATO & LASTRES, 2005). Desse modo, pode-se afirmar que a tecnologia não se transfere totalmente, mas se constrói. Ou seja, a tecnologia não é um bem livre e, portanto, não é um *pool* de conhecimentos e combinações únicas que podem ser utilizadas livremente e sem custo.

Assim, a inovação, por ser dependente de contextos específicos, implica que a aquisição de tecnologia externa não é suficiente para conduzir um país ao

desenvolvimento, pois para que essa inovação tenha efeito amplo sobre a economia, não basta somente a compra, mas deve haver conhecimento interno suficiente para que essa tecnologia seja interpretada, utilizada, copiada e internalizada. Assim, quanto mais distante da fronteira tecnológica, mais difícil é a inserção inovativa nos novos paradigmas (CASSIOLATO & LASTRES, 2008). Como afirma Reinert (2007, p. 148): *“The global economy can in many ways be seen as a pyramid scheme of sorts – a hierarchy of knowledge – where those who continually invest in innovation remain at the apex of welfare”*.

Em relação aos determinantes da inovação, a Teoria Evolucionária vai além dos fatores do lado da oferta e da demanda (*technology push* e *demand pull*). Os fatores ligados à tecnologia são mais importantes na fase de desenvolvimento de um novo produto, enquanto os elementos ligados à demanda se tornam relevantes na fase de difusão da inovação. Por outro lado, grande parte das inovações emergem fora do sistema formal de P&D através do processo de aprendizado inerente às atividades econômicas (EDQUIST, 1999). Assim, os determinantes da inovação podem variar significativamente de acordo com o contexto e a estrutura na qual a inovação está inserida, ou seja, fatores institucionais, organizacionais, sociais, entre outros podem ter influência na determinação dos processos inovativos.

Dado o caráter dinâmico do sistema econômico e dos setores industriais, a decisão da firma de inovar ou não leva em consideração o passado, seu desempenho atual e suas estratégias futuras. As firmas não têm os mesmos objetivos, pois elas têm rotinas e competências individualizadas. Desse modo, a sobrevivência das firmas está ligada à capacidade de resolução de problemas e obstáculos, ou seja, está relacionada à sua capacidade inovativa.

Uma alta atividade inovativa é, portanto, resultado das capacidades tecnológicas das firmas, que incluem estoque de capital e conhecimento que possibilitam o desenvolvimento de atividades de P&D. Vale ressaltar que para que essas atividades sejam desenvolvidas, faz-se necessário uma maior qualificação dos funcionários. De outro modo, para compreender o comportamento inovativo das firmas, deve-se compreender também os processos de aprendizado, acumulação do mesmo e do conhecimento tácito e codificado, além das capacidades individuais e coletivas. Assim, a atividade inovativa leva à geração de outras inovações, o que dá um caráter *path-dependent* ao processo.

Portanto, os fatores que influenciam a inovação estão relacionados às competências específicas de cada firma, sua estratégia, rotina e expectativas, capacidade de absorção e acesso às inovações, além de fatores externos como regulação, paradigma econômico, contexto macroeconômico e o sistema nacional de inovação que ela está inserida (LUSTOSA, 1999).

Já o efeito do tipo de mercado sobre as atividades inovativas das firmas não é facilmente determinado. Uma firma que atua num mercado monopolístico pode não ter incentivos à inovação pelo fato de já se encontrar numa posição privilegiada no mercado. Por outro lado, uma firma nessa situação pode se apropriar muito melhor dos retornos sociais gerados pela inovação. Já uma firma que atue num mercado competitivo pode ter mais incentivos à inovação pelo fato de estar constantemente frente a uma situação de forte concorrência. As barreiras tecnológicas à entrada, por sua vez, definem vantagens competitivas nos setores, assim como as economias de escala e o aprendizado cumulativo.

Para compreender melhor as questões acerca do processo inovativo, faz-se necessário aprofundar a análise sobre as mudanças tecnológicas, paradigma e trajetória tecnológica. A próxima seção realiza essa tarefa.

I.2. Mudança Tecnológica, Paradigma e Trajetória Tecnológica

Como foi dito, Dosi (1982) define a tecnologia como um conjunto de pedaços do conhecimento tanto práticos quanto teóricos, que envolvem know-how, métodos, procedimentos e experiências. A partir dessa definição, o autor analisa padrões de mudança tecnológica, pois a tecnologia está relacionada à percepção de um conjunto limitado de alternativas e a noção de desenvolvimento futuro.

Para compreender os padrões de mudança tecnológica, Dosi (1982) inicia sua análise com uma comparação entre a tecnologia e a ciência. O autor parte da idéia de paradigmas científicos desenvolvido por Thomas Kuhn (1962), que se refere a padrões e modelos de solução de determinados problemas. Com isso, Dosi (1982) define a idéia de paradigma tecnológico:

“We shall define a technological paradigm as ‘model’ and a ‘pattern’ of solution of selected technological problems based on selected principles derived from natural sciences and on selected material technologies” (DOSI, 1982, p. 152).

O paradigma tecnológico, por sua vez, define as direções das mudanças tecnológicas, ou seja, ele determina uma trajetória tecnológica. Ou seja, a trajetória é um conjunto de direções tecnológicas cujas fronteiras são definidas pelo paradigma. Assim, a trajetória tecnológica é determinada pelo movimento de *trade-offs* multidimensionais de diferentes variáveis tecnológicas.

Perez (2009) também analisa as questões acerca das mudanças e paradigmas tecnológicos. Para a autora, o paradigma tecnológico definido por Dosi (1982) é como um acordo tácito dos agentes envolvidos nessa dinâmica sobre qual seria o melhor produto, tecnologia ou serviço: “*A paradigm is then a collectively shared logic at the convergence of technological potential, relative costs, market acceptance, functional coherence and other factors.*” (PEREZ, 2009, p 3).

Para Perez (2009), as inovações são conectadas por sistemas tecnológicos, que, por sua vez, são relacionados às revoluções tecnológicas. Esta última pode ser definida como rompimentos radicais que são inter-relacionados e, assim, formam uma constelação de tecnologias interdependentes. A autora denomina revolução pelo fato de que esse processo tem inter-correlação nos sistemas tecnológicos, transformando profundamente a economia e a sociedade e gerando desenvolvimento econômico.

A revolução também transforma inúmeras outras indústrias, pois ela resulta da influência do paradigma técnico-econômico sobre o comportamento das firmas e setores. Vale ressaltar que o termo paradigma técnico-econômico (TEP) é utilizado pela autora para se aproximar do conceito de paradigma econômico desenvolvido por Dosi (1982). Portanto, a revolução tecnológica é uma onda de novos produtos, infraestrutura e indústrias, que abre caminho para o TEP.

Um TEP gera uma significativa reorganização na estrutura social, econômica e institucional. Ele aumenta a produtividade dos agentes ao determinar implicitamente a prática mais lucrativa, a melhor escolha de recursos, métodos e tecnologias, assim como a estrutura organizacional e as estratégias e modelos de negócios. Além disso, o TEP abre janelas de oportunidades para outras inovações e estimula a criação de novas tecnologias associadas. Desse modo, ao longo do tempo, as novas rotinas são internalizadas pelos agentes econômicos e sociais.

“The processes of diffusion of each technological revolution and its techno-economic paradigm – together with their assimilation by the economy and society as well as the resulting increases in productivity and expansion– constitute successive great surges of development.” (PEREZ, 2009, p. 7)

O TEP é ao mesmo tempo um mecanismo de inclusão e exclusão, pois pode encorajar ou não inovações e atua como um molde em favor de alguma revolução tecnológica através da adaptação normal do contexto. Dessa forma, a mudança tecnológica não é aleatória, mas tem um caráter *path-dependent* e é interdependente de outras inovações que, por sua vez, são interconectadas nas revoluções.

Outro fato importante é que as possibilidades pelas quais caminham os agentes nas trajetórias podem ser exauridas, pois as inovações são constantes, mas não contínuas. As distintas trajetórias tecnológicas podem ser mais ou menos poderosas e possuem características de complementaridade entre si. A fronteira tecnológica é o nível máximo que a trajetória pode alcançar e o progresso da trajetória tem importantes recursos cumulativos. Por isso, a mudança de uma trajetória para outra não é tão simples assim. Desse modo, o TEP muda de ritmo conforme o ciclo do sistema tecnológico, o que gera descontinuidades nos processos inovativos. Quando o paradigma é exaurido, uma nova revolução toma forma, mas a antiga ainda é uma força inercial que dificulta essa mudança.

Essa força inercial é decorrente do poder que possuem as trajetórias tecnológicas, pois além da pressão do ambiente econômico e social sobre o paradigma, o caráter *path-dependent* desse processo gera efeitos de *lock-in*, ou seja, gera barreiras que dificultam a transição para outras alternativas tecnológicas. Entretanto, as tentativas relacionadas às mudanças nas direções tecnológicas emergem junto com a abertura de oportunidades decorrentes dos desenvolvimentos científicos.

Portanto, o paradigma tecnológico define diferentes trajetórias que as firmas e os setores podem explorar. A entrada inovativa é favorecida nos regimes tecnológicos que englobam uma variedade de trajetórias e comportamentos inovativos. Assim, a literatura sobre regimes tecnológicos proporciona a análise das relações entre estes, padrões setoriais de inovação e evolução da estrutura de mercado (OLTRA, 2008).

I.3. Tecnologia e Meio Ambiente

Em paralelo a essa evolução no debate sobre a inovação como ponto central no processo de desenvolvimento econômico a partir de uma perspectiva Neoschumpeteriana, florescia ao redor do mundo uma conscientização ambiental que passou a ganhar enormes proporções no final do século XX e início do século XXI. Apesar do fato do meio ambiente ter sido pensado por muito tempo como uma esfera totalmente separada das questões do desenvolvimento, pode-se afirmar que, atualmente, existe uma tendência para integrá-lo a essa lógica. Entretanto, a pergunta que fica (e que ainda está longe de ser resolvida) é se a internalização dos objetivos ambientais pode ser considerada como a emergência de um novo paradigma técnico-econômico.

Como foi dito, a tecnologia tem uma natureza dual quando se analisa sua relação com o meio ambiente. Ao mesmo tempo que ela é geradora de poluição, ela pode auxiliar a mitigar a emissão de resíduos, substituir atividades poluentes e diminuir danos ambientais.

No entanto, como a tecnologia não é um bem livre, sua adoção para redução dos danos ambientais implica em custos para as firmas. Para a tomada de decisão no curto prazo do investimento em tecnologias ambientais, as firmas devem fazer uma

comparação dos custos marginais de redução da poluição e o benefício marginal de um ambiente mais limpo. A redução da poluição é socialmente desejada, mas em muitos casos, seus custos são altos (JAFFE et al., 2004). No entanto, com base em uma análise dinâmica do processo econômico, a tecnologia é capaz de reduzir os esses custos marginais da mitigação, ou seja, quando se leva em consideração a tecnologia, o *trade-off* existente entre o custo marginal de redução e controle da poluição por parte das firmas e o benefício social marginal é alterado.

“This means that a specified level of environmental cleanup can be achieved at lower total cost to society, and it also means that a lower total level of pollution can be attained more efficiently than would be expected if the cost of cleanup were higher.”(JAFFE et al., 2004, p. 6)

Nesse sentido, a tecnologia e a introdução de inovações que tenham como objetivo reduzir os danos ambientais gerados pelas firmas podem gerar uma mudança tecnológica que seja voltada à sustentabilidade. Assim, caso essas tecnologias ambientais sejam incorporadas de forma significativa no processo de desenvolvimento econômico, o meio ambiente pode se tornar um elemento importante na reconfiguração de um novo paradigma técnico-econômico, ou seja, pode caracterizar a emergência de um paradigma técnico-econômico “verde” (FREEMAN, 1996; FORAY & GRUBLER, 1996).

O impacto ambiental de atividades sociais e econômicas é afetado pela direção das mudanças tecnológicas. Entretanto, para que se caminhe rumo a um paradigma verde, é necessário que se acelere a difusão de tecnologias mais limpas, através do aumento da sua disponibilidade e geração de soluções ambientais alternativas. Além disso, é importante uma maior compreensão dos fatores que governam as tecnologias

ambientais, além do conhecimento do contexto institucional e da aplicação de políticas que possam gerar mudanças tecnológicas.

Por outro lado, essa mudança para um paradigma verde está restrita pela inércia do próprio paradigma vigente, pois, como foi dito, essa força atua em várias instâncias (tecnológica, institucional, social, modo de produção e consumo), gerando efeitos de *lock-in*: “*Because the problem at stake ultimately is a problem of changing social behaviors, consumption patterns, and lifestyles, technology must be considered holistically.*” (FORAY & GRUBLER, 1996, p. 2).

O critério ambiental tem o potencial de estimular rompimentos tecnológicos, mas as tensões com as forças de mudança podem inibir essa capacidade. Entretanto, mesmo que o meio ambiente não seja um fator de rompimento por si só e não gere uma nova direção de mudança tecnológica, a esfera ambiental pode pelo menos criar uma tendência de mudança a longo prazo.

Por outro lado, as políticas de incentivo à mudança tecnológica são importantes elementos para caminhar rumo a esse paradigma verde, mas elas devem atuar em consonância com outras políticas ambientais. Ou seja, as políticas tecnológicas podem ser mais custosas caso sejam utilizadas como substitutas e não como complementares às políticas ambientais (JAFFE et al., 2004). Atuando em conjunto, as políticas ambientais e tecnológicas podem gerar incentivos para redução de emissão por parte das firmas, pois estas passam a buscar caminhos alternativos com menores custos. Sem a aplicação dessas políticas, talvez essas empresas não tenham um incentivo para mudar de trajetória, ou seja, certas intervenções de política que internalizem o custo do dano ambiental podem induzir mudanças tecnológicas estimulando a criação de tecnologias ambientais (*technology forcing*).

Apesar dessa necessidade de mudança para um paradigma técnico-econômico verde, como foi dito, muitas são as tensões de mudança de paradigma. Assim, na atual conjuntura internacional, ainda é impossível dizer se existe uma tendência real de mudança de paradigma. Pode-se afirmar que essa questão está longe de ter uma resposta simples, pois a relação entre tecnologia, inovação, paradigma e meio ambiente é extremamente complexa. Como ressalta Foray e Grubler (1996):

“In summary, environmental criteria can play a role as inducing factors to create incentives for incremental improvements of existing systems. We know, however, that incremental improvements are not enough to achieve the energy and material consumption reductions that may be required to alleviate a number of potential environmental impacts. At present, it is not clear whether the environment along with other inducing factors is strong enough for a technology-led push toward a new ‘green’ techno-economic paradigm. There is, therefore, need for major policy support to trigger such changes.”(FORAY & GRUBLER, 1996, p.7).

I.4. Inovação Ambiental

Tendo em vista a crescente evolução no debate sobre o meio ambiente e dado o agravamento dos problemas ambientais, a conscientização sobre a sustentabilidade tem atingido um âmbito cada vez mais abrangente. Os agentes econômicos, tanto públicos quanto privados, em muitos casos têm buscado se adaptar às leis ambientais e metas internacionais de redução de poluição e algumas empresas já tentam combinar eficiência produtiva e qualidade do produto com o meio ambiente. No entanto, muitas são as dificuldades enfrentadas por esses atores para se adaptarem a esse emergente cenário internacional.

Nesse contexto, a inovação, aparece como um importante elemento para auxiliar nesse processo, pois ela é um fator de mudança estrutural. As inovações

podem contribuir para que os processos produtivos se tornem cada vez mais limpos com a introdução de máquinas mais eficientes e redutoras do consumo de materiais, energia e da produção de resíduos. Assim, a inovação, além de possibilitar o desenvolvimento econômico, também contribui para a preservação do meio ambiente. Desse modo, pode-se afirmar que, mais especificamente a Inovação Ambiental (IA) é um elemento chave rumo a um desenvolvimento mais sustentável.

Para que se possa fazer uma análise mais profunda da importância da Inovação Ambiental, primeiramente deve-se definir tal conceito.

Existem duas perspectivas para a compreensão da IA. Ela pode ser pensada como somente induzida por ações de regulação, ou seja, a IA é consequência das regulamentações ambientais, com foco na implementação e nos resultados dos instrumentos e políticas de regulação. Entretanto, nessa perspectiva falta uma explicação mais profunda/sistêmica do processo inovativo da própria IA, pois ela não pode ser reduzida a uma resposta à regulação, mas deve ser resultado de um complexo processo interativo.

Dessa forma, a IA não pode ser definida pelo seu impacto ambiental absoluto, mas deve ser pensada em referência a tecnologias alternativas (OLTRA, 2008).

Assim, a IA pode ser definida de acordo com as descrições abaixo:

“The production, assimilation or exploitation of a product, production process, service or management or business methods that is novel to the organization (developing or adopting it) and which results, throughout its life cycle, in a reduction of environmental risk, pollution and other negative impacts of resources use (including energy use) compared to relevant alternatives.” (MEI REPORT, 2008, apud OLTRA, 2008, p. 5).

“The shift of usage from ‘clean’ to ‘cleaner’ technology reflects recognition that environmental clean-ness is a relative rather than absolute feature of a technological system; it cannot be seen as an inherent property of a technological system, but can only be determined through comparison with

other approaches.” (WILLIAMS et al., 1999 *apud* WILLIAMS & MARKUSSON, 2002 p. 27)

Portanto, a IA é basicamente uma inovação que reduz ou elimina os impactos ambientais negativos causados por determinada firma². Esse impacto pode ser de âmbito local ou até mesmo global e a inovação pode ser desenvolvida de maneira intencional e premeditada pela empresa ou mesmo acidental. É importante lembrar que a mensuração da IA é uma tarefa bastante complexa, pois além de muitas delas ocorrerem de forma acidental sem que tenham sido desenvolvidas com algum objetivo econômico, muitos dos impactos ambientais ocorrem durante toda a vida útil do produto (ARUNDEL *et al.* 2007).

A IA é, portanto, um conjunto amplo e heterogêneo de inovações, que podem ser de produto, processo ou organizacionais. Vale ressaltar que a principal questão está relacionada à IA de processo, pois se a inovação for uma ação do tipo *end-of-pipe*, o aparato técnico é colocado somente no final do processo produtivo e não modifica o modo de produção. Por outro lado, se a inovação for a introdução de tecnologias de produção mais limpas (*pollution-prevention*), a redução da poluição é na fonte e ocorre uma mudança integrada no processo produtivo, que provavelmente é mais vantajoso econômico e ambientalmente, principalmente no longo prazo³. Vale ressaltar que muitas vezes os limites entre as ações do tipo *end-of-pipe* e *pollution-prevention* não são claros, o que dificulta ainda mais a compreensão e mensuração das IA.

² Vale ressaltar que as IA também podem gerar aumentos nas externalidades positivas e não somente redução das externalidades negativas. No caso de incrementos de externalidades positivas, encontram-se melhoras nas técnicas de reflorestamento e conservação. No entanto, vale ressaltar que a literatura sobre IA não faz nenhuma referência às externalidades positivas.

³ Young e Lustosa (2001) argumentam que ações do tipo *end-of-pipe* geralmente estão atribuídas ao aumento dos custos das empresas e perda de competitividade.

Assim como a inovação comum, a IA também pode ser incremental ou radical. A inovação incremental pode ter efeitos cumulativos importantes no que tange à sustentabilidade, enquanto a radical pode gerar rompimentos nas trajetórias tecnológicas. Mais uma vez, tornam-se evidentes as dificuldades de mensuração da IA, pois a inovação incremental e radical são diferentes dentro de cada setor.

Outra característica da IA está relacionada à geração de uma dupla externalidade no seu processo de criação e difusão. Tanto a inovação comum quanto a IA geram *spillovers* típicos das atividades de P&D, ou seja, é a externalidade da própria criação de conhecimento. No entanto, a IA gera outras externalidades na sua fase de difusão, pois acarreta impactos ambientais positivos. Desse modo, o retorno econômico para a empresa que investiu na IA é menor que o retorno social, o que traz como consequência um baixo estímulo à iniciativa privada nesse ramo. Ou seja, a geração e difusão da IA é desejada socialmente, mas as falhas de mercado geram significativos obstáculos para o desenvolvimento dessas inovações por parte dos agentes privados.

As incertezas que envolvem o processo inovativo são ampliadas pelo fato das IA ainda serem relativamente um assunto recente. Como as firmas utilizam suas rotinas e seu conhecimento tácito no processo inovativo, pode-se afirmar que esse acúmulo de conhecimento no que tange à IA ainda é incipiente. Além disso, as firmas têm informação incompleta e não conseguem identificar o potencial da IA⁴. Nesse contexto, um instrumento regulatório bem desenhado e medidas ambientais suaves (como *environmental accounting systems* ou *eco-audits*) podem diminuir as assimetrias de informação (HORBACH, 2006).

⁴ Evidências apontadas por Podcameni (2007) mostram que empresas que investem em inovações ambientais têm maior probabilidade de ter um melhor desempenho econômico, ou seja, um estímulo à inovação ambiental seria benéfico tanto para a população como um todo como para a própria empresa, que deixaria de ver esse tipo de gasto como um custo significativo.

I.4.1. Determinantes da Inovação Ambiental

Apesar dos obstáculos à criação de IA devido às falhas de mercado, existem diversas outras motivações para a geração de IA. Primeiramente, a IA não é induzida somente pela necessidade de redução de custos e lucro individual das firmas. A pressão consumidora exerce um importante papel nesse cenário, pois o consumo consciente tem crescido significativamente. Diversos bancos já têm critérios de sustentabilidade para liberarem linhas de crédito e empresas ambientalmente responsáveis passam a ser mais cotadas no mercado.

Os fatores que influenciam as IA de produto e processo também variam. Enquanto as IA de produto dependem da demanda dos consumidores e da disponibilidade de pagar por bens ecologicamente corretos, as IA de processo dependem das estratégias de cada firma, que também envolvem elementos relacionados à redução de custos (LUSTOSA, 1999).

Como foi dito, a IA é menos induzida por forças de mercado que as inovações não ambientais em decorrência da sua dupla externalidade. A regulação aparece como forte indutora da IA, ou seja, os determinantes da IA vão além dos elementos de *technology push* e *demand pull* incluindo, portanto, fatores de política ambiental (*regulatory pull/push*), além de medidas organizacionais voltadas à esfera ambiental e determinantes específicos de cada firma.

“Specific company characteristics mean that the point of departure for firms engaging in environmental innovation activities differs markedly, and these differences may explain the different intensity of the determinants and effects of environmental innovations.”(REHFELD et al, 2007, p. 3)

Além desses fatores, Lustosa (1999) afirma que a estrutura de mercado tem forte influência sobre as IA. Normalmente, pequenas e médias empresas têm menos informação sobre os problemas ambientais e sobre as tecnologias disponíveis, além de se depararem com dificuldades de acesso ao financiamento e importações. Assim, essas firmas podem realizar menos IA, além de não reconhecerem o impacto das questões ambientais nas suas estratégias. Por outro lado, empresas maiores normalmente têm métodos de controle e fiscalização ambiental, pois são mais ‘visíveis’ frente aos órgãos reguladores.

É importante notar que a regulação é um dos principais fatores para a indução de IA (principalmente do tipo *end-of-pipe*), pois ela gera um sinal para as firmas de possíveis ineficiências de recursos, criando uma possibilidade de melhora tecnológica. Através da geração de pressão nas firmas e setores, a regulação pode auxiliar a superar a inércia e romper o *lock-in* de determinadas trajetórias tecnológicas. Além disso, a regulação gera informação que ajuda a reduzir as incertezas inerentes aos processos inovativos, que são ainda maiores quando se trata das IA.

Por outro lado, a regulação pode gerar vantagens competitivas para as firmas que tenham se adaptado mais rápido às regras, pois a geração de uma resposta inovativa anterior às demais concorrentes acarreta vantagens de ser um *first-mover*, como aumento do *market-share* e incremento da capacidade de *learning-by-doing*. Nesse contexto, a regulação pode caracterizar uma situação ‘win-win’ tal qual definida pela *Hipótese de Porter* (PORTER & VAN DER LINDE, 1995), pois ela é capaz de gerar benefícios econômicos e ambientais ao mesmo tempo.

No entanto, não é toda regulação que gera soluções inovativas eficientes, pois seus resultados dependem do tipo do instrumento regulatório adotado, além do contexto e da estrutura na qual ele é inserido.

Como muitas vezes a regulação induz a inovações do tipo *end-of-pipe*, ela pode não ser um *driver* de soluções tecnológicas e organizacionais integradas (ARUNDEL, *et al.*, 2007), pois não torna a estrutura do processo produtivo mais limpa. Outra importante crítica é que a intenção de redução futura de custos decorrente da introdução de novas tecnologias pode não se concretizar. Por outro lado, para que a regulação tenha efeitos significativos na geração de informação, o governo deve ter amplo conhecimento dos problemas ambientais decorrentes de certa atividade econômica (JAFFE *et al.*, 2000). Além disso, caso a regulação seja direcionada à uma determinada tecnologia e não ao nível de emissão, ela pode inibir processos inovativos mais eficientes ambientalmente, além de não existir incentivos financeiros para redução de poluição.

Além disso, se a firma responder à regulação com inovação incremental do tipo *end-of-pipe*, isso pode não ser suficiente para influenciar uma mudança de paradigma tecnológico: “*Nevertheless, the continued emphasis on ‘incrementalism’(...) may not match the scale of the transformation required in the 21st century.*” (FREEMAN, 1996, p. 36).

Diante disso, pode-se afirmar que a IA não pode ser considerada uma resposta direta à regulação, pois não existe um incentivo único e unidirecional para estimular as IA: “*As a matter of fact, they are not only seen as an imperative way of complying with regulation, but also as a source of competitiveness and a way of improving the public image of firms.*” (OLTRA & SAINT JEAN, 2007, p.1).

O quadro abaixo faz um resumo dos determinantes da IA. Vale ressaltar que apesar do quadro não apresentar esses determinantes numa visão sistêmica, ele auxilia na compreensão desses fatores. Assim, é necessário que sejam realizados avanços no

sentido de compreender esses determinantes de forma mais ampla para que as sinergias do processo inovativo sejam melhor compreendidas.

Quadro 1: Determinantes da Inovação Ambiental

Regulação e determinantes de política	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos de política ambiental: instrumentos económicos e regulatórios • Antecipação das regulamentações ambientais • Design da regulamentação: rigor, flexibilidade, tempo
Determinantes do lado da oferta	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de custos, aumento da produtividade • Inovações organizacionais: sistemas de gestão ambiental, extensão da responsabilidade do produtor • Atividades de P&D • Relações industriais, pressão da cadeia de abastecimento, <i>network</i>
Determinantes do lado da demanda	<ul style="list-style-type: none"> • Consciência ambiental e preferência dos consumidores por produtos ambientalmente responsáveis • Aumento esperado do <i>market-share</i> ou abertura de novos mercado

Fonte: Oltra(2008)

Os Sistemas de Inovação, por sua vez, poderiam servir como uma base de incentivos não somente para inovações nos produtos e processos produtivos, mas também poderiam incorporar estratégias especiais de uso e difusão de inovações voltadas à sustentabilidade. A existência de uma rede desse tipo poderia gerar ganhos incalculáveis para os produtores, pois os ganhos decorrentes diretamente dos processos inovativos seriam ampliados pela crescente aceitação da questão ambiental, por exemplo no comércio internacional. Isso sem falar do próprio aumento da qualidade de vida com a utilização de técnicas ambientalmente responsáveis.

Um Sistema de Inovação que contenha um viés ambiental possuiria um multiplicador de sinergias e encadeamentos maior que uma rede que enfoque simplesmente em qualquer tipo de inovação. Assim, um custo maior da introdução da esfera sustentável no processo inovativo poderia ser convertido em benefícios incalculáveis para diversos agentes, além de estar relacionado com a busca por uma

competitividade autêntica. A competitividade não seria baseada na minimização de custos e exploração dos recursos naturais, mas o objetivo principal seria a busca por atividades inovativas menos danosas ao meio ambiente. Entretanto, vale ressaltar que os problemas da seleção de tecnologia são extremamente complexos, ainda mais quando o conhecimento sobre o meio ambiente ainda é deficiente (CEPAL, 1989).

Apesar das vantagens da criação de um núcleo endógeno de geração de inovação com viés ambiental, deve-se ressaltar que sua implementação não é a solução geral nem única dos problemas ambientais e do desenvolvimento econômico. Não adianta possuir um Sistema de Inovação desse tipo se não houver profissionais adequadamente capacitados para atuar numa rede mais avançada voltada à sustentabilidade. A capacitação, por sua vez, permite que políticas públicas que objetivem maiores mudanças voltadas à esfera ambiental sejam respondidas por práticas realmente sustentáveis e não somente com ações do tipo *end-of-pipe*.

Nesse contexto, Furtado (1974) já apontava os limites do progresso técnico para resolução dos problemas ambientais: “A atitude ingênua consiste em imaginar que problemas dessa ordem serão solucionados necessariamente pelo progresso técnico” (FURTADO, 1974, p. 18).

Deve-se lembrar que o regime tecnológico tem grande influência na trajetória tecnológica a ser explorada pela firma e os determinantes tecnológicos devem ser levados em consideração quando se analisa os padrões setoriais da IA. Por outro lado, um ‘regime ambiental’ reflete o nível de pressão ambiental enfrentado por determinada indústria e, por isso, também está relacionado com a trajetória tecnológica. Assim, de acordo com Oltra (2008), a idéia básica é que ‘regimes tecnológicos e ambientais’ moldam padrões setoriais de IA. Vale ressaltar que nem todas as firmas da indústria seguem necessariamente o mesmo padrão, pois elas

podem ter diferentes trajetórias tecnológicas. Ainda segundo a autora, existem determinantes tecnológicos que devem ser levados em consideração na análise setorial da IA, quais sejam: oportunidades tecnológicas relacionadas ao meio ambiente, barreiras tecnológicas à entrada, condições de apropriabilidade, cumulatividade, base de conhecimento, etc.

I.4.2. Inovação Ambiental: Evidências Empíricas

Dentro da literatura Neo-schumpeteriana, pode-se afirmar que ainda são poucos os estudos que analisam profundamente as questões relativas à IA. Essa situação pode ser atribuída ao fato de que as questões acerca da sustentabilidade ambiental ainda são relativamente recentes e ainda são poucos os *surveys* que analisam esses pontos. Além disso, existe uma grande dificuldade para se obter indicadores adequados para a IA em decorrência da sua complexidade de compreensão e mensuração.

Uma parte das referências bibliográficas assume implicitamente que a regulação e outros poucos determinantes podem ser generalizados para todos os setores da indústria. Entretanto, com base na Teoria Evolucionária, sabe-se que existem significativas diferenças inter-indústria no que tange aos processos de inovação e geração de conhecimento e aprendizado. Por outro lado, diversos estudos que analisam qual instrumento de política ambiental gera o incentivo ótimo para que as firmas inovem têm uma base empírica limitada devido à dificuldade de mensuração desse tipo de instrumento de política e pelo fato de que esses instrumentos têm efeitos diferenciados de acordo com as características de cada setor/empresa (REHFELD, 2004). Como afirma Frondel *et al.* (2004):

“Furthermore, assuming that technological innovation is endogenous, no instrument is generally preferable and the welfare gain of environmental policy instruments heavily depends on circumstances (...).”(FRONDEL et al, 2004, p. 4)

Ao analisar os efeitos setoriais da IA nas firmas localizadas no norte da Itália, Mazzanti & Zoboli (2006) afirmam que esses efeitos prevalecem sobre os efeitos do tamanho da firma tanto pelo lado do esforço inovativo quanto nos resultados da inovação (*output* e *input*). Por exemplo, o setor têxtil apresenta baixa geração de IA, mas também é um setor pouco inovativo no geral. Já o setor químico, cerâmica e papel e celulose geram mais IA, mas suas inovações são de diferentes tipos. No setor químico, as IA são, em sua maioria, medidas de redução de material e de emissão de poluentes. Já na cerâmica, as IA se concentram nas inovações de gestão e relacionadas à energia.

Outro resultado interessante encontrado pelos autores é que a dinâmica inovativa tecnológica e organizacional (em termos ambientais) são correlacionadas. Isso ocorre provavelmente porque são poucas as firmas que realizam IA e estas normalmente também desenvolvem IA de diversos tipos.

Além disso, o pertencimento a algum tipo de grupo ou rede aparece como um *driver* positivo da IA. Esse resultado sugere que “economias horizontais de escala” e estratégias cooperativas são mais relevantes que economias internas de escala. Assim, os autores resumem seus resultados afirmando que o envolvimento dos setores com as IA está relacionado não somente à sua capacidade inovativa em geral, mas também à sua relação com o meio ambiente:

“Summing up, the ‘innovative driver box’ may consist of the following main factors: (i) firm involvement in groups and networking activities, (ii) ‘innovative oriented’ industrial relations and a less hierarchical organization... (iii) environmental (policy related) costs, (iv) R&D, and final

but not less important, (v) voluntary environmental schemes.”(MAZZANTI & ZOBOLI, 2006, p. 21)

Horbach (2006) faz uma análise dos determinantes da IA para firmas alemãs utilizando duas bases de dados na tentativa de captar seus efeitos dinâmicos. Com base em testes econométricos, o autor confirma a hipótese de que capacidades tecnológicas (P&D, qualificação dos trabalhadores) e o *share* exportador das firmas (*proxy* de características de mercado) desencadeiam IA. Como já era esperado, ferramentas de gestão ambiental e políticas ambientais (subsídios) também são *drivers* da IA. Ainda segundo o autor, o tamanho da firma aparece como não significativo, mas existem diferenças relevantes entre os setores.

Na tentativa de comparar a natureza dos determinantes da IA e da não ambiental⁵, o autor conclui que atividades de P&D são mais importantes para IA que para inovações comuns, o que pode ser explicado pelo fato de que tecnologias mais limpas requerem uma mudança no processo produtivo, o que por sua vez requer altos *inputs* de recursos. Ele ainda evidencia que a redução de custos e a regulação são importantes determinantes para a IA, mas são menos relevantes para outras inovações.

Ainda de acordo com Horbach (2006), medidas organizacionais e estratégicas desencadeiam os dois tipos de inovação, mas são mais significantes para IA, confirmando uma das hipóteses de Porter (PORTER & VAN DER LINDE, 1995) na qual a introdução de mudanças na estrutura organizacional é relevante para IA. Por fim, o caráter *path-dependent* da inovação é significativa para IA e não ambientais.

Rehfeld *et al.* (2004) examinam as relações entre medidas organizacionais voltadas à esfera ambiental e IA de produto nas empresas manufactureiras alemãs. Os

⁵ O termo “inovação não ambiental” será utilizado para definir as inovações que não reduzem os impactos ambientais. Sabe-se que essa separação entre IA e não ambiental não é trivial. Assim, a seção I.4.3 apresenta as críticas ao conceito de IA.

resultados evidenciam que certificações ambientais, medidas de disposição de resíduos e reciclagem estimulam IA. Comprovando a teoria, os autores encontram o mesmo resultado para elementos *technology push* (atividades de P&D), *market pull* (satisfação do consumidor) e características da firma (tamanho e idade da empresa).

A análise descritiva dos autores ainda mostra que o número de IA de processo é bem maior que IA de produto. Além disso, o preço dos produtos ambientais aparece como um dos maiores obstáculos à baixa performance comercial dos mesmos, ou seja, os fatores econômicos são obstáculos maiores que os considerados mais suaves⁶ no que tange à IA de produto.

Como conclusão, Rehfeld *et al.* (2004) afirmam que instrumentos de política ambiental estimulam IA em determinadas situações, mas a inserção dos produtos ambientais num mercado internacional depende fortemente do preço.

Nessa mesma linha de raciocínio, Frondel *et al.* (2004) evidenciam que incentivos internos à firma (como o fortalecimento da imagem corporativa) e o rigor da implementação e do design de políticas ambientais podem estimular as decisões das firmas em direção às IA. Desse modo, os autores sugerem que deve-se dar mais prioridade a um mix de instrumentos de políticas ambientais que a um único elemento.

Diniz *et al.* (2010) analisam as inovações ambientais no Pólo Industrial de Manaus e classificam os setores como poluidores e não poluidores⁷. Para a maioria dos setores considerados poluidores, o principal fator motivador das inovações ambientais é a própria política da empresa. Para o setor madeireiro, as maiores

⁶ Fatores suaves incluem, por exemplo, certificação ambiental e acordos voluntários.

⁷ São considerados setores poluidores Químico e Farmacêutico, Mineral Não-Metálico, Metalurgia, Alimentos, Bebidas, Papel e Papelão e Madeireiro. Os não poluidores são Termoplástico, Mecânico, Descartáveis, Eletroeletrônico Bens Finas e Componentes e Transporte Duas Rodas.

motivações são a pressão das comunidades locais, pressão das ONGs e pedidos de clientes, pois boa parte da sua produção é destinada ao exterior. Como motivação externa, o setor de papel e papelão teve o pedido de clientes como principal motivador das suas inovações ambientais. Já o setor Químico e Farmacêutico foram motivados basicamente por pedidos da matriz, pedidos de clientes, competitividade dos bens exportados e redução de custos, o que decorre da presença de filiais de multinacionais no setor. Para os Alimentos, as motivações foram pedido de cliente e redução de custos, enquanto no setor de Bebidas a motivação foi o pedido das matrizes.

Para os setores não poluidores, os autores evidenciaram que as principais motivações foram fatores relacionados à competitividade dos bens exportados, pressão das comunidades locais e atendimento às exigências da instituição financeira que financia o estabelecimento. Assim, os resultados vão de acordo com o diagnóstico⁸ de que os fatores que mais influenciam a adoção de processos mais limpos são: tamanho (número de empregados), natureza do capital, grau de exportação, pressão da comunidade, redução de custos e subsídios. Em menor importância seriam o acesso ao crédito governamental, a pressão da comunidade local e das organizações não governamentais e as sanções de inspeções regulatórias sistemáticas. Vale ressaltar que a influência desses determinantes também varia de acordo com cada setor.

⁸ O diagnóstico geral se refere aos resultados da *Pesquisa gestão ambiental na indústria brasileira* realizada pelo BNDES, CNI e SEBRAE (1998) que serviu de base para diversos estudos, como Ferraz & Seroa (2001) e Arraes & Diniz (2003).

I.4.3. Críticas e Limites do Conceito de Inovação Ambiental

Diante do que foi apresentado, percebe-se que existe um certo consenso acerca das características e peculiaridades da IA. No entanto, quando se fala no conceito de IA propriamente dito, pode-se afirmar que ele ainda é vago e totalmente aberto, pois não se sabe ao certo as diferentes formas da IA e seus impactos no meio ambiente. Além disso, essa distinção entre IA e inovação que não gera redução dos impactos ambientais não é tão nítida quanto se imagina.

“But whatever the term, environmental innovations are generally distinguished from innovation in general and so studied separately. Why such a distinction? Is it just because environmental innovations have initially been studied by researchers coming from the field of environmental economics? Or is it motivated by a real specificity of environmental innovations which calls for specific concepts and analytical tools? The answer to these questions requires a clarification of the definition of environmental innovations, as well as thorough analysis of their properties and determinants.”(OLTRA, 2008. p.4)

Em muitos casos, a IA é apenas uma consequência da atividade inovativa das firmas. Ao realizarem inovações que não tenham claramente objetivos ambientais, mas visem apenas eficiência produtiva, as firmas acabam reduzindo custos através da redução do uso de matéria prima e energia. Correa *et al.* (2010) analisaram os impactos no meio ambiente das inovações realizadas por empresas brasileiras, utilizando como uma *proxy* de danos ambientais o consumo de matéria prima, energia elétrica e água com base nos dados da PINTEC 2005. Nos resultados, os autores encontraram uma relação positiva entre inovação e redução de danos ambientais, ou seja, as inovações tecnológicas parecem caminhar no sentido de minimizar impactos ambientais.

Como a IA e a inovação não ambiental têm muitos elementos em comum por serem, *a priori*, processos inovativos, pode-se argumentar que elas não são totalmente separáveis, ou seja, esse recorte não pode ser considerado binário. Muitas vezes, as firmas não percebem a IA de maneira adequada, pois não fazem inovações que tenham objetivos diretos de redução dos impactos ambientais. Assim, o conceito de IA pode ser muito mais ligado à estratégia inovativa geral da empresa que propriamente às questões ambientais. William e Markusson (2002) criticam essa distinção entre IA e não ambiental e afirmam que o aspecto ambiental das inovações deve ser considerado dentro do contexto que elas são inseridas:

“(...) environmentally ‘cleaner’ innovations do not constitute a distinct class of innovations. It is important to avoid ‘essentialist’ definitions of what constitutes environmental innovations (and of what innovations may contribute best to environmental improvement) since the environmental implications of an innovation will depend to a significant degree upon how it is located in a broader socio-technical system. The environmental properties of a technology cannot be judged in isolation and in advance of implementation but can only be finally assessed by studying the technology in the context of its use.”(WILLIAM & MARKUSSON, p. 4, 2002)

Algumas das principais diferenças entre os processos de IA e os que não diminuem os impactos ambientais é a questão da regulação e a geração da dupla externalidade da IA. No entanto, as peculiaridades da IA não são suficientes para uma análise binária entre IA e inovação não ambiental. A IA pode ser considerada como uma parte e/ou consequência da inovação, o que gera uma dificuldade de separar nitidamente investimento ambiental e não ambiental nos processos inovativos. De outro modo, as IA podem ser intencionais ou não e essa separação ainda é impossível de captar nos dados (pelo menos para o caso brasileiro).

Diante dessas críticas ao conceito e ao recorte da IA, pode-se argumentar que o objetivo do estudo de analisar seus determinantes se torna uma tarefa bastante

complicada. A operacionalidade do conceito é baixa e a maneira de encaixá-lo nos dados não é direta. Portanto, será feito um esforço para analisar se as firmas que realizaram inovações que tiveram redução dos impactos ambientais têm um parâmetro diferenciado de estratégias e influências. Ou seja, a análise empírica da pesquisa levará em conta as limitações que o conceito de IA possui, considerando-o como parte integrante dos processos inovativos em geral.

Em decorrência das restrições dessa análise, o presente estudo terá como objetivo captar o que motivou as empresas a realizarem inovações que incluem a esfera ambiental, mas sem distinguir se essas inovações tiveram como foco a redução dos danos ambientais ou se isso ocorreu como consequência não intencional do próprio processo inovativo de busca de eficiência. Assim, o próximo capítulo fará uma análise detalhada das características, estratégias e do esforço inovativo das firmas que realizaram inovações ambientais para que se possa compreender melhor os determinantes dessas atividades.

CAPÍTULO II – CARACTERÍSTICAS, ESTRATÉGIAS E ESFORÇO INOVATIVO DAS FIRMAS QUE REALIZARAM INOVAÇÕES AMBIENTAIS: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS PARA A INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA

O objetivo do presente capítulo é fazer um levantamento das firmas da indústria de transformação brasileira que realizaram inovações ambientais. Para isso foram analisadas as características, o esforço inovativo e suas estratégias dessas empresas.

A indústria de transformação foi escolhida como recorte analítico, pois ela é responsável por altos índices de poluição hídrica, atmosférica e tóxica. Apesar do fato que sua participação no valor adicionado no PIB brasileiro diminuiu nas últimas décadas⁹, as atividades da indústria de transformação são altamente consumidoras de recursos naturais e energia e são geradoras de resíduos que causam danos ao meio ambiente. Por outro lado, diversos setores da indústria de transformação têm papel fundamental na questão da preservação ambiental no que tange toda a cadeia produtiva, pois eles podem influenciar seus fornecedores a adotar práticas ambientalmente sustentáveis na medida em que instituem políticas internas de compra de produtos “verdes”. Assim, na indústria de transformação encontram-se setores com diferentes taxas de inovação e que geram distintos impactos ambientais.

Como as principais características das empresas que realizaram IA já foram analisadas por Podcameni (2007) com base na PINTEC 2003, foi feita a opção de aprofundar a análise das estratégias e dos esforços inovativos das firmas que

⁹ Segundo Pochmann e Wohlers (2008), a participação do valor adicionado da indústria de transformação no PIB brasileiro passou de 35,9% em 1985 para 17,6% em 2007.

realizaram IA para que, no Capítulo III, se possa compreender melhor os determinantes dessas inovações a nível setorial.

Assim, o presente capítulo aprofunda a análise dos arranjos cooperativos, do tipo de esforço inovativo e das fontes de financiamento e subsídios das empresas que realizaram IA para verificar se existe alguma especificidade em relação às inovações de modo geral. Essa análise é feita com estatísticas descritivas criadas com base na Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC, 2008).

II.1. Base de Dados: PINTEC 2008

A Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) tem como objetivo a construção de uma base de dados e de indicadores que possibilitem a análise dos processos inovativos das empresas brasileiras. Com a construção de indicadores de inovação tecnológica, é possível acompanhar sua evolução no tempo para que se possa entender a dinâmica inovativa brasileira e pensar alternativas de estimular a competitividade dos setores.

A PINTEC utiliza como referência conceitual a terceira edição do Manual de Oslo e o modelo da *Community Innovation Survey* e analisa as inovações de produto, processo, organizacionais e de marketing. Assim, essas inovações são definidas da seguinte maneira:

“(...) a inovação de produto e processo é definida pela implementação de produtos (bens ou serviços) ou processos novos ou substancialmente aprimorados. A implementação da inovação corre quando o produto é introduzido no mercado ou quando o processo passa a ser operado pela empresa.” (PINTEC, 2008, p. 19)

“(...) a implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócios da empresa, na organização do seu local de trabalho ou em suas relações externas, visando melhorar o uso do conhecimento, a eficiência dos

fluxos de trabalho ou a qualidade dos bens ou serviços. Ela é resultado de decisões estratégicas tomadas pela direção e deve constituir novidade organizativa para a empresa.” (PINTEC, 2008, p. 25)

A unidade de investigação da pesquisa é a firma e seu universo de análise são as indústrias sediadas no território nacional, sendo elas extrativas e de transformação, serviços selecionados (edição, telecomunicação, informática) e Pesquisa e Desenvolvimento. Na PINTEC 2008, as firmas são separadas de acordo com a nova Classificação Nacional de Atividades Econômicas, ou seja, a CNAE 2.0. Além disso, a empresa analisada deve ter dez ou mais pessoas ocupadas no ano de referência do cadastro da pesquisa (PINTEC, 2008).

A PINTEC 2008 utiliza referências temporais distintas para algumas variáveis qualitativas e quantitativas. Para as primeiras, a pesquisa se refere a um período de três anos consecutivos, quais sejam, 2006, 2007 e 2008. Já as variáveis quantitativas (junto com algumas qualitativas) se referem somente ao ano de 2008.

A partir da hipótese que a inovação é um fenômeno raro, a seleção da amostra da PINTEC não é feita de forma aleatória. Assim, foi identificado um subconjunto de empresas com maior probabilidade de serem inovadoras com base em informações de diversas fontes¹⁰. Desse modo, o tamanho da amostra da PINTEC 2008 é de 15.832 firmas. Com o fator de expansão, universo da pesquisa correspondente a 106.862 empresas, sendo que 41.262 firmas implementaram alguma inovação de produto ou processo.

¹⁰ Essas informações estão especificadas na nota técnica da PINTEC 2008.

II.2. Evolução do Número de Firms que Realizaram Inovações Ambientais

Para analisar o crescimento do número de firmas que desenvolveu ou não IA dentro da indústria de transformação, faz-se necessário utilizar as variáveis que estão presentes na PINTEC de 2003, 2005 e 2008 relacionadas às questões ambientais. Desse modo, as variáveis selecionadas como *proxies* de IA para essa seção são correspondentes às perguntas sobre (i) redução do consumo de matéria-prima, (ii) redução do consumo de energia, (iii) redução do consumo de água e (iv) implementação de técnicas em gestão ambiental. Assim, é utilizada a metodologia sugerida por Podcameni (2007), que considera que as empresas que realizaram IA relataram importância média ou alta para as três primeiras variáveis¹¹.

Para verificar a evolução do número de empresas que realizou IA, foi calculada a porcentagem dessas sobre o total de firmas da indústria de transformação para os respectivos anos. A tabela abaixo evidencia esses resultados.

Tabela 1: Evolução do percentual das firmas que realizaram IA

	Sobre o total de firmas da indústria de transformação			Sobre o total de firmas inovadoras da indústria de transformação		
	2003	2005	2008	2003	2005	2008
Gestão Ambiental	4,5	5,2	10,8	13,4	15,2	28,0
Redução de matéria-prima	4,4	6,4	9,4	13,2	18,6	24,3
Redução de energia	3,9	5,3	8,7	11,6	15,4	22,4
Redução de água	1,4	2,3	4,4	4,3	6,6	11,3
Inovação de produto e processo	33,3	34,4	38,6	100,0	100,0	100,0

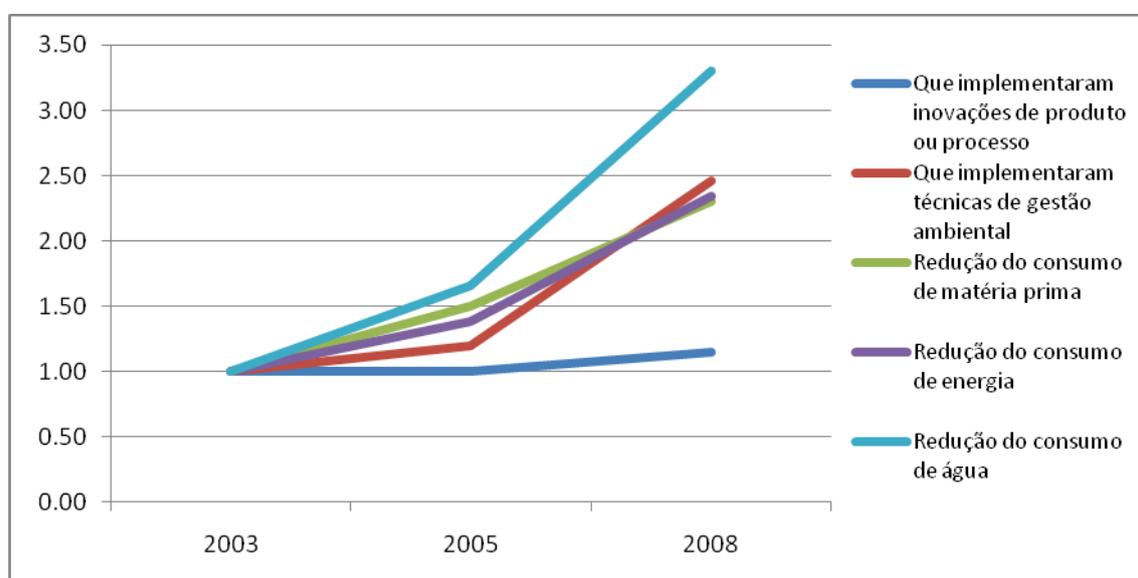
Fonte: Elaboração própria com base da PINTEC de 2003, 2005 e 2008

Ao observar a tabela, percebe-se que o percentual de empresas da indústria que gerou impactos positivos no meio ambiente tem uma tendência de crescimento

¹¹ A resposta para a pergunta sobre gestão ambiental já é binária.

significativa nos anos analisados, com destaque para a redução de matéria prima e introdução de técnicas de gestão ambiental. Outra maneira de verificar o aumento da importância direcionada às questões ambientais pelas firmas é através da comparação da evolução do percentual das firmas que realizaram inovações de forma geral com as que fizeram algum tipo de IA (com base no total de firmas da indústria de transformação), como pode ser verificado no gráfico abaixo.

Gráfico 1: Crescimento do percentual das firmas da indústria de transformação que realizaram inovações de produto e/ou processo e IA



Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2003, 2005 e 2008

Tomando o ano 2003 como base, percebe-se que a porcentagem de firmas da indústria que realizou inovações de produto ou processo aumentou muito pouco quando comparado com as IA, passando de 33,53% em 2003 para 38,41% em 2008. Por outro lado, a porcentagem de firmas que desenvolveu alguma inovação que gerou redução do consumo de água aumentou significativamente, passando de 1,4% em 2003 do total de firmas da indústria de transformação para 4,4% em 2008. O número de empresas que implementou técnicas de gestão ambiental também cresceu, como

por ser verificado pela quebra no gráfico, ou seja, em 2003, 4,5% das empresas da indústria realizaram esse tipo de IA, enquanto em 2008, esse percentual subiu para 10,8%¹².

Esse aumento do número de firmas que realizou inovações ambientais está relacionado com o aumento da relevância das questões ambientais nos dias de hoje. No mundo todo, são nítidas as iniciativas de diversas empresas que desenvolveram essas inovações por acreditarem na sustentabilidade ambiental e inserirem essa mentalidade nas suas estratégias. Outras realizaram inovações voltadas à sustentabilidade para serem mais bem vistas no mercado ou por saberem seus ganhos de competitividade com esse tipo de produto e processo. Por outro lado, diversas firmas introduziram essas inovações somente por uma estratégia de redução de custos, que está ligada à redução desses insumos. Portanto, pode-se afirmar que essa tendência também se torna evidente na realidade das empresas brasileiras.

Entretanto, deve-se lembrar que, apesar desse crescimento percentual, ainda é muito pequeno o número de firmas que realizou inovações que geraram impactos positivos no meio ambiente. Para que a economia brasileira alcance níveis suficientes de diminuição da poluição e redução da degradação ambiental, faz-se necessário que as empresas insiram as questões ambientais nas suas estratégias para que as inovações não tenham somente efeitos ambientais pontuais, mas gerem consequências positivas integradas, possibilitando uma mudança rumo a um paradigma mais verde. Além disso, é indispensável que sejam gerados incentivos que objetivem um aumento da atividade inovativa de forma geral, pois sabe-se que o Brasil ainda está bem abaixo

¹² Isso pode ser explicado pelo fato dessa atividade ser mais barata que os outros tipos de inovações ambientais (PODCAMENI, 2007) e, portanto, mais acessível para as empresas de menor porte.

dos níveis internacionais¹³. Assim, com a crescente inserção do tema da sustentabilidade nas empresas, um aumento da capacidade inovativa já geraria cada vez mais IA.

II.3. Metodologia

Para analisar as características, o esforço inovativo e as estratégias das firmas que realizaram IA, primeiramente buscou-se identificar as perguntas da PINTEC 2008 de modo que mais se aproximassem do complexo conceito de Inovação Ambiental. A pergunta selecionada para fazer as análises do capítulo foi a de número 105 do questionário da PINTEC 2008.

- 105 - Permitiu reduzir o impacto sobre o meio ambiente.

A pergunta 105 tem como objetivo captar a importância (alta, média, baixa ou não relevante) da atividade inovativa para a redução do impacto ambiental através da percepção da significância desse impacto pelas próprias empresas. As empresas que responderam à pergunta 105 foram somente as que declararam ter inovado em produto e/ou processo¹⁴.

Algumas considerações devem ser feitas sobre essa pergunta. Sabe-se que ela não retrata uma noção sistêmica de sustentabilidade e, tampouco capta de maneira clara os efeitos das atividades inovativas sobre o meio ambiente. Além disso, a pergunta 105 levanta algumas questões sobre a exatidão dos seus resultados. Essa

¹³ Zucoloto (2004) mostra que o esforço tecnológico (entendido este como a relação entre o dispêndio em atividade internas de P&D e o valor da produção industrial) da indústria de transformação brasileira é apenas 37,1% do verificado, em média, nos países da OCDE. No entanto, alguns setores como a petroquímica e celulose e papel têm indicadores maiores que a média dos países selecionados para comparação e, por isso, são reconhecidos mundo afora pelo seu esforço inovativo e consequentes avanços em tecnologia de ponta.

¹⁴ Vale ressaltar que, para a PINTEC, as firmas inovadoras são as que introduziram algum produto ou processo novo ou significativamente aperfeiçoado pelo menos para a própria empresa, mesmo que já seja existente no mercado nacional.

pergunta foi introduzida somente na PINTEC 2008 e tem como objetivo verificar a percepção dos agentes em relação às questões ambientais, na tentativa de observar uma estratégia ambiental por parte das firmas. Desse modo, ela é uma pergunta sobre a importância da redução do impacto ambiental causado pela atividade inovativa e, por isso, não capta de forma direta a real redução dos níveis de poluição. Em decorrência desse fato, faz-se necessário que seja empregada uma metodologia para realizar uma análise binária a respeito dessa pergunta. Além disso, a resposta dos entrevistados a essa questão pode ser superestimada na medida em que, atualmente, há a necessidade de se afirmar uma responsabilidade ambiental por parte das firmas devido a diversos fatores, como por exemplo, para que ela seja melhor vista no mercado.

A pergunta 189 da PINTEC é relativa às inovações organizacionais e de marketing e questiona se a empresa implementou novas técnicas de gestão ambiental para tratamento de efluentes, redução de resíduos, de CO₂, etc. Por um lado, pode-se argumentar que ela questiona os entrevistados de maneira mais direta que a pergunta 105 sobre como pode ser alcançada uma redução de impacto ambiental. Assim, a utilização somente dessa pergunta como uma *proxy* de IA seria mais clara, pois ela não é um retrato da percepção dos agentes de acordo com o grau de importância.

No entanto, tratar de IA se referindo somente às inovações organizacionais poderia desorientar os objetivos da pesquisa, pois a gestão ambiental vai além da questão da introdução de tecnologias que reduzem os impactos ambientais. Além disso, existe um viés nas respostas das empresas inovadoras em produto e/ou processo, pois a redução do impacto ambiental relatada na pergunta 105, em muitos casos, é consequência da introdução de técnicas de gestão ambiental, o que gera uma correlação entre as duas respostas nesse recorte.

Desse modo, optou-se por utilizar nas análises somente a pergunta 105 para tentar captar a percepção das firmas sobre a redução da degradação ambiental como consequência das atividades inovativas, pois as inovações de produto e processo estão diretamente ligadas à introdução e utilização de tecnologias.

Como foi visto na sessão anterior, existem outras perguntas nos questionários da PINTEC 2003, 2005 e 2008 que também questionam sobre fatores ligados ao meio ambiente, como redução do consumo de matéria-prima, energia e água. No entanto, optou-se por utilizar a pergunta 105 da última PINTEC como base para as análises do capítulo, pois, apesar das limitações, ela pode ser uma primeira aproximação de uma noção um pouco mais abrangente sobre as estratégias das firmas a respeito das questões ambientais e não somente sobre reduções de insumos de forma pontual¹⁵.

Assim, foi definida uma variável como *proxy* de IA:

- RIA → Redução do impacto ambiental (referente à pergunta 105);

Vale ressaltar que a variável RIA não capta o tipo de IA gerada pela empresa, ou seja, não se pode afirmar se a RIA corresponde a inovações do tipo *end-of-pipe* ou se realmente estão relacionadas à introdução de tecnologias limpas, que envolvem todo o processo produtivo e trata a poluição na sua origem.

Para fazer a análise comparativa das estratégias e esforço inovador das firmas da indústria de transformação que realizaram ou não IA, foram excluídas da amostra as firmas não inovadoras em produto e/ou processo. Dentre as empresas inovadoras, buscou-se a melhor maneira de fazer uma separação entre as firmas que realizaram

¹⁵ Muitas vezes, as questões sobre redução do consumo de matéria-prima, energia e água estão mais relacionadas aos objetivos das empresas de redução de custos que propriamente decorrentes da responsabilidade ambiental. A questão ambiental por si só é relevante, mas ela ainda é bastante relacionada à estratégia de redução de custos das empresas.

inovações com impactos ambientais positivos e as que geraram inovações, mas não declararam nenhuma consequência positiva sobre o meio ambiente.

A metodologia utilizada por Podcameni (2007) foi tomada como base para uma análise binária da pergunta 105. Dessa maneira, foi considerado que as empresas que realizaram IA do tipo RIA relataram importância média ou alta para a pergunta 105 e as que não realizaram declararam importância baixa ou não relevante. O cálculo das porcentagens das empresas que inovaram ambientalmente depende do número de firmas que respondeu cada pergunta selecionada e os resultados são apresentados com base em estatísticas descritivas.

É de conhecimento da autora os limites do uso de certos indicadores da PINTEC para captar o processo inovativo e seus efeitos. Como esse processo é sistêmico, amplo e envolve diversos atores, existe uma dificuldade para mensuração dessas informações, pois os indicadores não captam as especificidades da dinâmica inovativa. Essa crítica se torna mais acentuada na medida em que são utilizadas metodologias desenvolvidas pela OCDE para mensuração da atividade inovativa nos países em desenvolvimento como o Brasil. Diferentemente dos países da OCDE que são caracterizados por estruturas produtivas mais homogêneas, o Brasil possui uma significativa heterogeneidade setorial e regional (CASSIOLATO *et al.*, 2008). Desse modo, a utilização de indicadores “importados” não captam as especificidades locais, regionais e setoriais das atividades inovativas, como as pequenas mudanças nos produtos que podem ter impactos relevantes somente no longo prazo, circulação de conhecimento, etc¹⁶.

Por outro lado, é importante ressaltar que a utilização desses indicadores é necessária na medida em que é interessante comparar com os consensos existentes

¹⁶ Para mais detalhes, ver Cassiolato & Stallivieri (2010).

sobre a dinâmica inovativa. Além disso, a utilização de uma variável nova relacionada à questão ambiental pode gerar resultados robustos e extremamente relevantes para esse debate.

II.4. Caracterização das Firms que Realizaram Inovações Ambientais

Como foi dito, na última PINTEC foi incluída uma pergunta diretamente sobre redução do impacto ambiental da atividade inovativa das empresas na tentativa de obter uma resposta um pouco mais abrangente em relação às questões ambientais. Assim, a variável RIA tenta sair de questões pontuais sobre redução da utilização de insumos, pois esse tipo de análise estaria fortemente relacionada com a estratégia de otimização das empresas e, muitas vezes, não estaria ligada diretamente à mentalidade de preservação ambiental das firmas.

Seguindo a metodologia descrita na seção anterior, o percentual de empresas inovadoras da indústria de transformação que declarou importância alta ou média para redução do impacto ambiental foi de aproximadamente 33%, ou seja, das 37.808 firmas inovadoras da indústria de transformação, 12.451 declararam que suas inovações reduziram o impacto ambiental. Esse resultado evidencia que uma parcela expressiva das empresas inovadoras já estão atentas às questões ambientais¹⁷.

Esse percentual também pode ser justificado pelo fato de que essa pergunta seria como um conjunto que engloba tanto a redução de matéria-prima, água e energia, como diversas outras formas de redução de impacto ambiental. Além disso,

¹⁷ Esse aumento do número de empresas com preocupação ambiental já ocorre antes mesmo do ano de 2003, como pode ser verificado no trabalho de Barcellos *et al.* (2009). Nesse estudo, os autores mostram que os investimentos em controle ambiental das indústrias da amostra da PIA passaram de R\$ 10,5 bilhões em 1997 para R\$ 22,1 bilhões em 2002, alavancado pela indústria de transformação. Com os valores atualizados para o ano de 2002, esse crescimento foi de 83,9%.

quando se fala diretamente sobre redução dos impactos ambientais, as respostas dos representantes das firmas ao questionário da PINTEC podem ser superestimadas em decorrência da necessidade de afirmar a responsabilidade sócio-ambiental das empresas nos dias de hoje. Não se está negando o crescente caráter da importância das questões ambientais, mas os números podem ser questionados, pois as perguntas da pesquisa normalmente não refletem uma visão sistêmica de sustentabilidade (o que realmente é bastante complexo e difícil de mensurar). Por exemplo, muitas vezes a empresa pode ter gerado inovações que tenham reduzido os impactos ambientais, mas, ao mesmo tempo, ela pode ter passado a emitir um maior nível de poluição decorrente de outra atividade dentro da mesma planta.

Nessa seção, são analisadas as principais características das firmas que realizaram inovações ambientais para a PINTEC 2008 com o objetivo de verificar se elas corroboram os resultados apontados por Podcameni (2007). A tabela abaixo apresenta a separação dessas empresas por capital controlador¹⁸ e pessoal ocupado, cruzadas com as informações sobre a variável RIA.

¹⁸ Segundo a PINTEC 2008, “o capital controlador é nacional quando está sob titularidade direta ou indireta de pessoas físicas ou jurídicas residentes e domiciliadas no país. O capital controlador é estrangeiro quando está sob titularidade direta ou indireta de pessoa física ou jurídica domiciliadas fora do país.” (PINTEC 2008, p. 140)

Tabela 2: Características das empresas que realizaram IA

total das empresas inovadoras	Número de pessoas ocupadas	Capital controlador	RIA		Total
			sim	não	
37.808	até 50	nacional	8.512	19.492	28.004
		estrangeiro	56	208	264
		misto	18	122	140
	de 50 a 250	nacional	2.598	4.276	6.873
		estrangeiro	147	153	300
		misto	52	38	91
	de 250 a 500	nacional	357	412	768
		estrangeiro	69	86	156
		misto	12	17	29
	acima de 500	nacional	429	377	806
		estrangeiro	180	149	329
		misto	22	25	47
Total			12.451	25.356	37.808

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

O total de empresas inovadoras da indústria de transformação é 37.808. Desse total, mais de 75% das firmas têm até 50 funcionários e 19,21% possuem de 50 a 250 pessoas ocupadas. Além disso, 96,4% das empresas inovadoras da indústria de transformação são de capital nacional, enquanto apenas 2,8% são de capital estrangeiro e 0,8% de capital misto. A tabela abaixo relaciona o capital controlador com a variável ambiental, de acordo com sua distribuição percentual.

Tabela 3: Distribuição das firmas que realizaram IA segundo o capital controlador

Capital controlador	RIA		
	sim	não	total
estrangeiro	43,1%	56,9%	100%
nacional	32,6%	67,4%	100%
misto	33,9%	66,1%	100%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

De acordo com a tabela 3 acima, percebe-se que as empresas com capital estrangeiro realizam proporcionalmente mais IA. Enquanto apenas 32,6% das empresas de capital nacional desenvolveram inovações RIA, esse percentual sobe para 43,1% no caso de capital estrangeiro. Esse cenário é o mesmo encontrado por Podcameni (2007), que levanta a hipótese que a empresa com capital controlador estrangeiro importa a estratégia ambiental da sua matriz. No entanto, a autora ressalta que essa é apenas uma hipótese, não sendo possível confirmá-la, pois não foram estabelecidos controles como setor, tamanho, etc. Uma outra hipótese defendida por Podcameni (2007) é que as empresas de capital estrangeiro seriam mais propensas a exportar, o que obrigaria as firmas a realizarem investimentos ambientais para se adaptarem às normas do comércio internacional.

A tabela 4 a seguir cruza as informações sobre o tamanho da firma com a variável RIA.

Tabela 4: Distribuição das firmas que realizaram IA de acordo com o número de empregados

Tamanho	RIA		
	sim	não	total
até 50	30,2%	69,8%	100%
de 50 a 250	38,5%	61,5%	100%
de 250 a 500	45,9%	54,1%	100%
acima de 500	53,4%	46,6%	100%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Como pode ser visto, quanto maior o tamanho da empresa, maior o percentual de firmas que realizam IA. Para a variável RIA, 30,2% das firmas até 50 funcionários realizam essa IA, enquanto esse percentual sobe para 53,4% no caso das firmas que possuem mais de 500 pessoas ocupadas. Esses resultados também confirmam, para o ano de 2008, as evidências apontadas por Podcameni (2007) para 2003. A autora também encontrou uma relação positiva entre a receita líquida de vendas e as IA, sugerindo que quanto maior o faturamento das empresas, maior é seu investimento ambiental. Assim, pode-se afirmar que as empresas maiores fazem mais investimentos ambientais por pressão legal e normas dos mercados internacionais, pois têm maior probabilidade de serem atuadas por órgãos reguladores. No entanto, vale ressaltar que como as empresas maiores normalmente já realizam mais inovações de forma geral, conseqüentemente elas também geram mais IA. Além disso, as empresas de maior porte também são as multinacionais que, por sua vez, realizam mais IA.

Esse resultado que mostra uma relação entre tamanho e IA também é apontado por Barcellos *et al.* (2009) que analisam os investimentos ambientais a partir dos dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) para os anos de 1997 e 2002. Segundo os

autores, a porcentagem de empresas da amostra que realizou investimentos ambientais passou de 3,6% em 1997 para 4,9% em 2002. Em 1997, o valor da transformação industrial (VTI) relativo às empresas que realizaram investimentos em algum tipo de controle ambiental correspondia à 34,1% do VTI do país. Já em 2002, esse percentual subiu para 48,2%, o que sugere que as empresas que fizeram investimentos ambientais são, em sua maioria, as grandes organizações.

Portanto, pode-se afirmar que as empresas que mais geram inovações que acarretam impactos positivos no meio ambiente são caracterizadas por um maior porte e dominadas pelo capital estrangeiro. Vale ressaltar que essas relações não estabelecem uma causalidade entre as variáveis. Esses resultados vão de acordo com a teoria descrita por Lustosa (1999), na qual a estrutura de mercado tem influência sobre as IA e com o diagnóstico de que um dos principais fatores que influenciam as IA é a natureza do capital.

Assim, pode-se afirmar que alguns dos fatores que influenciam a adoção de IA são semelhantes aos fatores que influenciam as inovações de forma geral. Ou seja, até o momento, os dados não revelam uma característica específica das firmas que realizaram IA, pois somente confirmaram as características para a inovação de forma geral (tamanho e capital)¹⁹. Esse resultado reforça a crítica feita anteriormente de que a análise das questões referentes às inovações ambientais não é trivial.

¹⁹ Como foi dito, os dados da PINTEC têm limites na mensuração do processo inovativo. Uma das falhas desses indicadores é não captar de forma satisfatória a inovação das empresas menores. Pelos dados, a impressão que se tem é que essas empresas se engajam muito pouco em atividades inovativas. No entanto, a dinâmica inovativa das pequenas empresas pode ser muito mais significativa. Diversas pequenas empresas são informais e a geração de conhecimento tem um alto componente tácito e de adaptação às necessidades e especificidades locais.

II.5. Estratégias e Esforço Inovativo

Nessa seção, é realizada uma análise mais profunda no que tange às estratégias e ao esforço inovador das firmas que declararam que suas atividades inovativas reduziram o impacto ambiental.

No caso de países em desenvolvimento é interessante analisar profundamente o que determina o esforço inovativo e as estratégias empresariais das firmas inovadoras, pois esses países ainda dependem significativamente de tecnologia externa para a geração de inovações. Por outro lado, a aquisição de tecnologia externa não é suficiente para o desenvolvimento de atividades inovativas, pois esses países devem possuir capacidades internas para absorver essas inovações. Segundo Gonçalves *et al.* (2007), o aprendizado decorrente da capacidade de absorção dessas inovações será maior caso a firma realize atividades de P&D, pois esse esforço tecnológico aumenta a capacidade de assimilar a informação e o conhecimento existente no ambiente. Segundo os autores:

“A importância da P&D vai além do fato de ser pré-requisito para o novo conhecimento que dá origem à inovação. (...) (Com o P&D) é criada uma capacidade de absorção ou de aprendizado que difere do *learning-by-doing*. Neste, a firma torna-se mais experiente e mais eficiente em executar algo que já faz. Naquele, o conhecimento externo adquirido a capacita fazer algo completamente diferente.” (GONÇALVES et al. 2007, p. 2)

Os autores ainda ressaltam que para os países como o Brasil, deve-se pensar nos diversos tipos de gasto com atividades inovativas e não somente com as atividades de P&D, pois é necessário utilizar todos os instrumentos criativos que possam gerar novos conhecimentos.

II.5.1. Atividades Inovativas

Para a PINTEC 2008, as atividades inovativas podem ser de dois tipos, ou seja, P&D e outras atividades não relacionadas à P&D, como aquisição de bens, conhecimentos externos e serviços.

Com o objetivo de realizar uma análise sobre esses esforços inovativos e as IA, foi utilizada a variável RIA com base na metodologia descrita na seção anterior. As tabelas analisadas dizem respeito às perguntas da PINTEC 2008 correspondentes à seção ‘Atividades Inovativas’ e questionam sobre a importância desses esforços (perguntas 24 à 28 do questionário).

A tabela a seguir evidencia esses resultados para o universo de 37.808 empresas inovadoras da indústria de transformação cruzadas com a variável RIA.

Tabela 5: Distribuição percentual das empresas que realizaram IA de acordo com o tipo de atividade inovativa

P&D	RIA	
	sim	não
Alta e média	5,1%	6,2%
Baixa e não desenvolveu	27,8%	60,9%
Total	32,9%	67,1%
Aquisição externa de P&D	RIA	
	sim	não
Alta e média	2,1%	2,0%
Baixa e não desenvolveu	30,9%	65,0%
Total	33,0%	67,0%
Aquisição de outros conhecimentos externos	RIA	
	sim	não
Alta e média	5,4%	5,4%
Baixa e não desenvolveu	27,5%	61,7%
Total	32,9%	67,1%
Aquisição máquinas e equipamentos	RIA	
	sim	não
Alta e média	25,7%	52,3%
Baixa e não desenvolveu	7,2%	14,7%
Total	32,9%	67,1%
Treinamento	RIA	
	sim	não
Alta e média	22,3%	36,7%
Baixa e não desenvolveu	10,6%	30,4%
Total	32,9%	67,1%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Pela análise da tabela, percebe-se que um baixo número de empresas relatou significativa importância para a realização de atividades inovativas relacionadas à geração de conhecimento, como P&D, aquisição externa de P&D e aquisição de outros conhecimentos externos. Por outro lado, os esforços inovativos das firmas estão concentrados na aquisição de máquinas e equipamentos, como já foi comprovado por diversos estudos empíricos (STALLIVIERI & SOUZA 2008; BRITTO, 2004).

Como pode ser visto, na maioria das atividades inovativas as firmas se concentram no quadrante de não realização de IA²⁰ e baixa importância ou não desenvolvimento do esforço inovativo. Esse resultado confirma que a tendência brasileira de baixo esforço inovativo também está relacionada com a questão das IA, ou seja, as firmas da indústria de transformação brasileira além de se engajarem relativamente pouco na geração de conhecimento, também realizam um baixo nível de IA.

Para complementar a análise da tabela 5, faz-se necessário compreender as diferenças decorrentes de uma alta e baixa relevância dos esforços inovativos e as relações com o fato da empresa ter realizado IA ou não. A tabela 6 abaixo apresenta as atividades inovativas de acordo com uma análise binária da IA e a tabela 7 calcula o percentual das firmas inovadoras de acordo com a separação da importância desse esforço.

²⁰ Deve-se ressaltar que todos os resultados são para as empresas INOVADORAS, ou seja, o quadrante de não realização de IA significa que as firmas não geraram inovações que reduziram os impactos ambientais, mas realizaram algum tipo de inovação de produto e/ou processo.

Tabela 6: Comparação entre as firmas que realizaram ou não IA de acordo com a atividade inovativa

P&D	RIA	
	sim	não
Alta e média	15,6%	9,3%
Baixa e não desenvolveu	84,4%	90,7%
Total	100%	100%
Aquisição externa de P&D	RIA	
	sim	não
Alta e média	6,3%	3,0%
Baixa e não desenvolveu	93,7%	97,0%
Total	100%	100%
Aquisição de outros conhecimentos externos	RIA	
	sim	não
Alta e média	16,5%	8,0%
Baixa e não desenvolveu	83,5%	92,0%
Total	100%	100%
Aquisição máquinas e equipamentos	RIA	
	sim	não
Alta e média	78,0%	78,0%
Baixa e não desenvolveu	22,0%	22,0%
Total	100%	100%
Treinamento	RIA	
	sim	não
Alta e média	67,9%	54,6%
Baixa e não desenvolveu	32,1%	45,4%
Total	100%	100%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Tabela 7: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA de acordo com a relevância da atividade inovativa

P&D	RIA		
	sim	não	Total
Alta e média	45,0%	55,0%	100%
Baixa e não desenvolveu	31,4%	68,6%	100%
Aquisição externa de P&D	RIA		
	sim	não	Total
Alta e média	50,6%	49,4%	100%
Baixa e não desenvolveu	32,2%	67,8%	100%
Aquisição de outros conhecimentos externos	RIA		
	sim	não	Total
Alta e média	50,4%	49,6%	100%
Baixa e não desenvolveu	30,8%	69,2%	100%
Aquisição máquinas e equipamentos	RIA		
	sim	não	Total
Alta e média	32,9%	67,1%	100%
Baixa e não desenvolveu	33,0%	67,0%	100%
Treinamento	RIA		
	sim	não	Total
Alta e média	37,9%	62,1%	100%
Baixa e não desenvolveu	25,8%	74,2%	100%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Um resultado interessante verificado nas tabelas é no item ‘Aquisição de máquinas e equipamentos’. Pela tabela 5, pode-se verificar que 78% das empresas inovadoras declararam importância significativa para a ‘Aquisição de máquinas e equipamentos’, o que evidencia o perfil inovador brasileiro que tem uma alta proporção desse tipo de atividade. Assim, ao contrário da maioria dos outros itens, um expressivo percentual das empresas inovadoras (25,6%) declarou importância significativa para essa atividade junto com a introdução de IA, sugerindo que a aquisição de equipamentos muitas vezes pode levar a uma tentativa de diminuição da

degradação ambiental, o que pode ser alcançado através da aquisição de máquinas mais eficientes que reduzem a utilização de insumos. É importante notar que não se pode afirmar se essa aquisição é direcionada diretamente para a redução da poluição ou é somente uma consequência da busca de eficiência produtiva por parte da firma.

No entanto, ao realizar uma análise proporcional, percebe-se que a realização desse esforço inovativo de maneira significativa não tem relação com a geração de IA. A proporção entre o número de empresas que realizou ou não RIA é a mesma, independente da relevância dessa atividade inovativa²¹ (tabela 6 e 7), o que mostra que não faz diferença em termos de geração de IA uma relevância alta ou baixa na aquisição de máquinas e equipamentos. Assim, pode-se afirmar que um foco nessa atividade não garante a introdução de IA.

No item ‘Treinamento’, 59% das empresas inovadoras declararam importância significativa para esse esforço inovativo (tabela 5). Nessa atividade, um expressivo percentual de firmas realizou RIA com alta e média importância (22,4%). Apesar do fato que um maior número de firmas inovadoras declarou alta importância para ‘Treinamento’ e não realizou IA, pela tabela 7 percebe-se que as firmas que realizaram treinamento de maneira significativa fizeram, proporcionalmente, mais IA que as que declararam baixa importância para esse esforço inovativo. Ainda, pela tabela 6 comprova-se que a realização de treinamento com alta e média relevância é mais importante para IA que para inovações que não reduziram os impactos ambientais.

Esse resultado sugere que a criação de competências e qualificação dos funcionários está ligada à introdução de IA. O desenvolvimento e utilização de

²¹ O número de empresas que não realizou RIA é 2,03 vezes maior que o número de firmas que fez esse tipo de inovação para o caso de baixa relevância ou não desenvolvimento desse esforço inovativo. Já para alta e média importância, essa proporção se mantém praticamente a mesma.

produtos e processos novos normalmente requer treinamento dos funcionários, mas o que se constata é que esse caráter é mais acentuado para o caso das IA, pois esse tipo de inovação pode envolver informação e conhecimento específico que, muitas vezes, estão muito à frente da corrida tecnológica.

Segundo William e Markusson (2002), as atividades de treinamento fazem com que os funcionários fiquem mais interessados em influenciar decisões na firma. Se for permitido que os trabalhadores expressem suas idéias, aumenta o potencial para geração de inovações. Dessa forma, a capacitação dos funcionários gera maior conhecimento e aprendizado, o que pode influenciar também os aspectos ambientais da produção. Com base em outros estudos, os autores ainda afirmam que o treinamento é uma das atividades que as firmas mais utilizam para promover uma estratégia *environmentally friendly*, pois essa relação entre capacitação e IA está relacionada com a mudança da cultura corporativa de longo prazo.

Os itens ‘P&D’²², ‘Aquisição externa de P&D’ e ‘Aquisição de outros conhecimentos externos’ são caracterizados por um cenário de baixa importância ou não desenvolvimento dessas atividades. Sendo assim, a maioria das firmas que realizou IA não desenvolveu esses esforços inovativos de maneira significativa (respectivamente 27,8%, 30,9% e 27,5% das firmas inovadoras se encontram nessa situação), o que mostra que a geração de IA não depende diretamente dessas atividades. Esse cenário é consequência do perfil inovador brasileiro que, como foi dito, é muito baseado na aquisição de máquinas e equipamentos.

²² Segundo a PINTEC 2008, as atividades internas de P&D constituem “o trabalho criativo, empreendido de forma sistemática, com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimentos e o uso destes conhecimentos para desenvolver novas aplicações (...). O desenho, a construção e o teste de protótipos e de instalações-piloto constituem, muitas vezes, a fase mais importante das atividades de P&D. Inclui também o desenvolvimento de software, desde que este envolva um avanço tecnológico ou científico.” (PINTEC 2008, p. 21).

Desse modo, pode-se afirmar que uma alta importância dessas atividades não é uma condição *sine qua non* para investir em IA, o que sugere que as empresas podem tentar desenvolver IA por outras maneiras. Ao analisar diversos estudos empíricos, William e Markusson (2002) sugerem que as IA muitas vezes podem não requerer extensivas atividades de P&D. Uma possível explicação é a predominância de tecnologias do tipo *end-of-pipe* que, por terem um caráter incremental, normalmente não necessitam de atividades de P&D de maneira intensiva. Esse fato também pode estar relacionado à questão regulatória, que pode induzir mais a inovações do tipo *end-of-pipe* que *pollution-prevention*.

Por outro lado, uma expressiva relevância das atividades de P&D pode aumentar significativamente a capacidade das firmas realizarem IA. Pela análise da tabela 7, são nesses três itens que um alto esforço inovativo faz mais diferença entre as empresas que inovaram ambientalmente ou não. Por exemplo, entre as empresas que declararam alta e média importância para P&D, 45% desenvolveram inovações do tipo RIA, frente a 31% que declararam baixa importância e não desenvolvimento de P&D, evidenciando que uma significativa importância dessas atividades inovativas está relacionada com aumento da proporção de empresas que realizam IA²³. Além disso, pela tabela 6, pode-se afirmar que realizar esforços inovativos relacionados à questão do conhecimento é mais importante para IA que para as inovações que não diminuíram os danos ambientais.

Esse resultado pode ser consequência do fato que a geração e introdução de IA, por ser algo relativamente novo nas estratégias empresariais, é um processo que

²³ Deve-se ressaltar o baixo percentual de empresas que declararam significativa importância para P&D, aquisição externa de P&D e aquisição de outros conhecimentos externos. No entanto, esses números não desconsideram os resultados analisados. Por outro lado, seria interessante que essas análises também fossem realizadas controlando por tamanho e capital de origem para que essas relações ficassem mais claras. Como essa análise não cabe ao escopo do estudo, fica a indicação para pesquisas futuras.

está muito ligado à criatividade, criação de conhecimento, além de requerer diversas análises prévias para a introdução. Assim, muitas vezes, introduzir IA não é algo simples e, por isso, o fato de realizar atividades de P&D pode influenciar e auxiliar as empresas na geração de IA. Vale ressaltar que não foram analisadas as características das firmas e sua relação com as atividades inovativas, mas como existe uma propensão das firmas maiores investirem mais em P&D, pode-se afirmar que existe um tripé P&D – IA – empresas de maior porte.

Portanto, conclui-se que os esforços inovativos relacionados à criação de conhecimento e construção de competências (treinamento) estão muito relacionados com as IA. Ou seja, essas atividades inovativas são elementos chaves para se compreender a visão sistêmica da inovação de maneira geral, mas elas se tornam ainda mais relevantes quando se insere a questão ambiental.

Como foi dito, na maioria dos casos é verificado um baixo percentual de empresas que atribuem significativa importância aos esforços inovativos e que, ao mesmo tempo, geraram algum tipo de IA. Por outro lado, muitas vezes as IA não dependem totalmente da alta relevância desses esforços. No entanto, é interessante notar que o fato de desenvolver essas atividades está relacionado com a geração de inovações ambientais. O percentual de empresas que não realizou inovações do tipo RIA é, em média, 2,33 vezes maior que o percentual de firmas que gerou essa inovação quando as firmas declararam baixa importância ou não desenvolvimento dos esforços inovativos. Quando se analisa essa relação para o percentual de empresas que declarou importância média e alta, esse número cai para 1,39, evidenciando que uma relevância significativa dessas atividades pode abrir alternativas para que as empresas realizem mais inovações que diminuam a degradação ambiental. Assim, um estímulo ao desenvolvimento dessas atividades inovativas poderia levar com que um maior

número de empresas gerasse IA, sugerindo que um incentivo a esses esforços inovativos de forma geral acarretaria uma diminuição da poluição por parte das firmas.

II.5.2. Estratégias de Cooperação

Como a inovação é caracterizada por um processo coletivo que depende de interações para difusão do conhecimento, a cooperação entre os agentes envolvidos nas atividades inovativas são importantes canais de geração de conhecimento e aprendizado que auxiliam na formação de um Sistema Nacional de Inovação. Os diversos atores possuem diferentes competências e, por isso, a troca através da cooperação se torna essencial para as atividades inovativas, pois os agentes não inovam de maneira isolada, mas o fazem num contexto de um sistema de redes de relações diretas e indiretas (CASSIOLATO & STALLIVIERI, 2010).

Além disso, como parte do conhecimento que gera inovação emerge fora do sistema formal de P&D, a busca de parceiros para cooperação torna-se relevante nas estratégias inovadoras das firmas. Assim, para compreender o comportamento inovativo das empresas, faz-se necessário analisar esses processos de aprendizado e acumulação de conhecimento que se dão através da cooperação e inter-relações entre esses agentes.

A presente seção toma como base os dados da ‘Cooperação para Inovação’ da PINTEC 2008 para fazer o cruzamento com a variável ambiental com o objetivo de verificar quais os principais canais de cooperação utilizados pelas firmas que realizam IA.

Vale ressaltar que a PINTEC 2008 identifica como ‘Cooperação para Inovação’ a “participação ativa da empresa em projetos conjuntos de P&D e outros projetos de inovação com outra organização” (PINTEC, 2008, p. 24). Entretanto, essa relação não gera, necessariamente, benefícios comerciais.

Segundo a PINTEC 2008, dentre as empresas inovadoras da indústria de transformação (37.808), aproximadamente 10,1% declararam ter realizado atividades de cooperação. Diante disso, percebe-se que a estratégia de cooperação entre agentes, por mais importante que seja para o processo inovativo, ainda não está inserido na mentalidade e na prática da maioria das empresas. Esse resultado levanta a hipótese que as firmas podem não buscar estabelecer cooperação pelo fato dessa ação ser vista como algo bastante complexo, pois envolve conflitos de interesse, capacidade de governança, risco, definição de modalidades de apropriação de conhecimento, etc (MACULAN, 2010).

No questionário da PINTEC 2008, as empresas foram solicitadas a relatar a importância (alta, média, baixa e não relevante) da cooperação com cada tipo de parceiro (perguntas 135 a 141 do questionário) e o objeto de cooperação estabelecido²⁴ (perguntas 149 à 155.1 do questionário). Os percentuais apresentados nas tabelas da seção foram calculados sobre o total de respostas das firmas, que variam de acordo com cada pergunta em decorrência da natureza das questões.

Primeiramente, verificou-se para quais parceiros foi declarado um maior percentual para alta e média importância da relação de cooperação estabelecida. A tabela abaixo apresenta os resultados.

²⁴ P&D, assistência técnica, treinamento, desenho industrial, ensaios para teste de produto e outras atividades de cooperação.

Tabela 8: Distribuição dos parceiros segundo a ordem de importância da atividade de cooperação

Ordem de importância	alta e média	baixa e não relevante
fornecedores	64,9%	35,1%
outra empresa do grupo	59,3%	40,7%
clientes ou consumidores	44,7%	55,3%
universidades ou institutos de pesquisa	29,4%	70,6%
empresas de consultoria	29,4%	70,6%
centros de capacitação profissional e assistência técnica	26,7%	73,3%
instituições de testes, ensaios e certificações	23,3%	76,7%
concorrentes	15,5%	84,5%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC 2008

De acordo com a tabela 8, percebe-se que a cooperação com fornecedores é a relação mais importante para as firmas inovadoras. Em seguida, aparece a cooperação com outras empresas do grupo e clientes e consumidores. As universidades e institutos de pesquisa aparecem somente em quarto lugar, evidenciando que as empresas ainda não buscam muito esse tipo de cooperação. Esse cenário converge com os resultados encontrados por Stallivieri e Souza (2008), no qual os autores evidenciam que a cooperação vertical (fornecedores e clientes) é a forma de cooperação que mais se destaca na amostra de 1.206 empresas brasileiras.

Para verificar com quais parceiros foi declarada uma significativa importância para cooperação e sua relação com as inovações ambientais, essas perguntas foram cruzadas com a 105 do questionário da PINTEC 2008²⁵ e são apresentadas na tabela 13 no anexo. Como pode ser visto, o padrão relatado anteriormente se repete sem diferenças significativas para RIA, ou seja, o maior percentual de firmas que fez IA e

²⁵ Deve-se ressaltar que os percentuais foram calculados sobre um total de 3.796 firmas para cada parceiro. A exceção foi 'outra empresa do grupo', que possui somente 849 respostas.

estabeleceu cooperação com significativa importância se encontra nos fornecedores, outra empresa do grupo e clientes ou consumidores. Além disso, em média, um número expressivo de firmas declarou baixa importância para a cooperação com os parceiros analisados junto com o desenvolvimento de IA. Esse resultado evidencia, mais uma vez, a pouca disponibilidade das empresas de realizarem atividades de cooperação tanto para inovações de forma geral como para IA.

No entanto, esse resultado não mostra como uma estratégia de cooperação e interação entre agentes pode influenciar a geração ou não de IA. Assim, faz-se necessário verificar as diferenças entre realizar uma cooperação com alta e baixa importância e suas consequências sobre as IA. As tabelas 14 e 15 em anexo realizam essas comparações e a tabela 16 verifica os principais objetos de cooperação com cada parceiro.

Como foi dito, a parceria com clientes e consumidores é uma das cooperações mais relevantes para as inovações de maneira geral. No entanto, pelas tabelas 14 e 15, verifica-se que essa parceria não tem relação com as IA, como pode ser visto pela manutenção dos percentuais de firmas que realizaram RIA independente da importância da cooperação. O mesmo ocorre com fornecedores. Esses resultados estão interligados, pois se os consumidores não fazem exigências relacionadas à questão ambiental, diminuem os incentivos para os fornecedores se adequarem aos princípios da sustentabilidade²⁶. Mais uma vez, com base em diversos estudos empíricos, William e Markusson (2002) argumentam que as demandas ambientais das firmas sobre os fornecedores é bastante baixa. Além disso, eles afirmam que as inovações radicais de processo requerem menor cooperação com fornecedores que as inovações radicais de produto.

²⁶ Mais uma vez, deve-se ressaltar os limites dos indicadores utilizados, principalmente os ambientais, pois não captam uma visão sistêmica de sustentabilidade.

De acordo com a tabela 14 do anexo, nota-se que do total de empresas que realizou uma alta cooperação com universidades e institutos de pesquisa, 65,8% delas desenvolveram uma inovação do tipo RIA. Por outro lado, do total de empresas que declarou uma baixa importância para a cooperação com esse parceiro, somente 44,7% realizaram RIA. Também é possível afirmar que uma alta relevância na cooperação com esses parceiros é mais importante para IA que para as inovações que não utilizam tecnologias mais limpas (tabela 15). Esse resultado evidencia que estabelecer uma significativa cooperação com universidades e institutos de pesquisa pode influenciar a adoção de IA²⁷.

Pela análise da tabela 16, pode-se verificar que o principal objeto de cooperação com universidades e institutos de pesquisa é o P&D. Entretanto, esse percentual é maior para o caso de introdução de RIA, o que confirma a relação entre universidades e institutos de pesquisa, P&D e IA. Mais uma vez, o fator relevante é a criação de conhecimento e sua forte relação com as IA em comparação com as inovações de forma geral.

Como o conhecimento está no centro da dinâmica de desenvolvimento e difusão de inovações, as universidades e institutos de pesquisa são atores relevantes no processo inovativo em decorrência do seu caráter gerador dessa competência. Entretanto, como foi dito, essa relação se torna mais forte no caso das IA, evidenciando que a parceria com esses atores pode deixar a firma na vanguarda do desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis.

²⁷ Maculan (2010) afirma com base em outros estudos que a pesquisa acadêmica tem um papel fundamental na geração de novos produtos e processos produtivos. Para a autora, sem a pesquisa acadêmica, haveria uma diminuição dos benefícios sociais gerados por algumas indústrias.

Esse mesmo cenário é encontrado para alguns parceiros, como empresas de consultoria e, em menor grau, instituições de testes, ensaios e certificações²⁸. No caso de empresas de consultoria, dentre as firmas que estabeleceram uma cooperação baixa e não relevante, menos da metade (45,2%) desenvolveu inovações do tipo RIA. Já entre as empresas que estabeleceram uma alta cooperação com esse parceiro, 64% das firmas fizeram RIA. Como esse parceiro é um potencial gerador de conhecimento, ele é contratado por ser especializado em certos temas, o que pode auxiliar as empresas na implementação de IA. Vale ressaltar que aproximadamente 30% das empresas que declararam ter estabelecido algum tipo de cooperação fizeram parceria de maneira significativa com empresas de consultoria.

Ainda em relação a essa parceria, o principal objeto de cooperação com as firmas é o treinamento, assistência técnica e outras atividades de cooperação. É interessante notar que a realização dessas atividades em parceria com empresas de consultoria aumenta significativamente o percentual de firmas que realizou inovações RIA, o que sugere que esse parceiro, por ter *expertise* e serviços profissionais especializados, potencializa a implementação de IA através do conhecimento específico e da capacidade de ampliação das competências das empresas.

Para o parceiro instituições de testes, ensaios e certificações, o número de empresas que desenvolveu RIA é 1,72 vezes maior que o número de firmas que não desenvolveu quando a importância é declarada alta. No caso das inovações de forma geral, as firmas não relataram uma importância relevante na cooperação com esse ator (como é verificado na tabela 8). No entanto, essa parceria aparece como relevante

²⁸ A parceria com centros de capacitação profissional e assistência técnica, outra empresa do grupo e concorrentes também apresenta alguma relação com as IA, mas em menor intensidade. Nesses tipos de cooperação, seria interessante realizar uma análise controlada pelo tamanho e capital de origem das firmas para verificar onde essas ligações estariam mais acentuadas. Um estudo setorial também seria interessante.

para as IA, o que pode estar relacionado à questão das certificações ambientais e testes de produtos ambientalmente sustentáveis. Ou seja, as firmas que realizam IA buscam certificações e testes para validar, qualificar e até aumentar a competitividade de seus produtos e processos “verdes”.

O principal objeto de cooperação com instituições de testes, ensaios e certificações, como já era de se esperar, é o ensaio para testes de produto. Em seguida, mas em menor grau, aparecem o P&D, a assistência técnica e o treinamento como objetos de cooperação mais citados com esse parceiro. Mais uma vez, é interessante notar que a realização de inovações do tipo RIA aumenta significativamente o percentual de firmas para esses objetos de cooperação, evidenciando a acentuação da relação entre essa cooperação e IA em comparação com as inovações de maneira geral.

Por fim, ao fazer um cruzamento das análises da tabela 8 com as do anexo, pode-se constatar que as parcerias que geram as maiores relações com a introdução de IA também são os tipos de cooperação que as firmas declararam menor importância. Ou seja, a maior parte da alta e média cooperação para a inovação de forma geral está concentrada nos parceiros que têm pouca influência na realização de IA. Assim, para que se estimule a geração de IA, deve-se pensar também uma maneira de incentivar a cooperação com os parceiros que estão “à margem” das estratégias de parceria da maioria das firmas.

Diante dos resultados apresentados, pode-se afirmar que na maioria dos casos, a realização de cooperação entre os agentes têm uma relação relevante com geração de IA. Sabe-se que a cooperação já tem uma influência significativa na atividade inovativa, mas os resultados mostram que essa relação se acentua no caso das IA. Isso sugere que as firmas que introduziram inovações com redução dos impactos

ambientais (seja por uma estratégia ambiental ou pela estratégia de redução de custos) podem buscar parcerias justamente para isso, pois muitas vezes a firma não tem técnicas nem conhecimento suficiente para introduzir esse tipo de inovação que pode ter especificidades e ser mais complexa em decorrência do caráter de vanguarda desse conhecimento “ambiental”. Por outro lado, pode-se argumentar que as firmas que realizam IA estão mais atentas às tendências de mercado e têm mais *know-how* das atividades inovativas de maneira geral, o que as leva a buscarem mais parceiros para cooperação, pois sabem que isso gera ganhos significativos para a empresa.

II.5.3. Fontes de Financiamento e Subsídios

Nesta seção, são analisadas as fontes de financiamento das IA e a relação destas com os diversos programas de apoio do governo às atividades inovativas, com o intuito de verificar as relações dos instrumentos financeiros quando se insere a questão ambiental nas estratégias das empresas.

As fontes de financiamento das atividades inovativas são divididas entre próprias e de terceiros, sendo esta última separada entre privado e público. No questionário da PINTEC 2008, a firma é solicitada a declarar o percentual dos dispêndios de acordo com as fontes de financiamento utilizadas (perguntas 38 à 40). Nessa seção, são analisadas somente o financiamento de atividades de P&D, inclusive sua aquisição.

Para utilizar a mesma metodologia de cálculo da variável RIA, foi calculada uma média do percentual de dispêndios das firmas que declararam significativa importância para a redução de impacto ambiental para cada fonte de financiamento utilizada. O mesmo cálculo foi realizado para importância baixa e não relevante, com

o objetivo de separar os dispêndios de acordo com as firmas que realizaram ou não IA. A tabela abaixo apresenta esses resultados²⁹.

Tabela 9: Distribuição percentual dos gastos das firmas que realizaram IA de acordo com as fontes de financiamento

Fontes de financiamento de P&D	RIA	
	sim	não
próprias	81,3%	90,3%
de terceiros - privadas (nacional e/ou estrangeiro)	0,7%	2,0%
de terceiros - público	18,0%	7,7%
total	100%	100%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Primeiramente, pode-se verificar que grande parte das atividades de P&D são financiadas por recursos próprios. Além disso, dentre os recursos de terceiros, predomina a utilização de recursos públicos para o financiamento dessas atividades.

Outro dado interessante é em relação à comparação entre os gastos das empresas que realizaram ou não IA. Percebe-se que quando as empresas realizam algum tipo de IA, o percentual médio dos dispêndios com fontes próprias de financiamento diminui e aumenta para fontes públicas. Para as empresas que não realizaram RIA, aproximadamente 90% dos dispêndios com atividades de P&D são provenientes de fontes próprias. Caso as empresas tenham realizado inovações do tipo RIA, esse percentual cai para 81,3%. Por outro lado, para as fontes públicas, 7,71% dos gastos estão relacionados com a não realização de RIA, enquanto esse percentual sobre para 18,02% para o caso de realização dessa inovação.

²⁹ Vale ressaltar que, das 37.808 firmas inovadoras da indústria de transformação, 12.451 declararam que suas inovações reduziram o impacto ambiental.

Esse resultado evidencia que as empresas que realizam IA utilizam, em média, um maior percentual de fontes de financiamento públicas, o que levanta algumas hipóteses. Uma delas é que esse tipo de inovação pode ser mais cara, pois, muitas vezes, depende de tecnologias de ponta e, por isso, as firmas recorrem mais às fontes governamentais. Outra hipótese é a possibilidade do governo ceder mais subsídios para projetos ambientalmente sustentáveis.

Para complementar essa análise, é interessante verificar os diferentes programas de apoio governamental à inovação. Para isso, as empresas que responderam sim às perguntas da seção ‘Apoio do governo’ do questionário da PINTEC 2008 (7.938 firmas da amostra expandida) foram separadas entre as que realizaram ou não IA de acordo com a mesma metodologia das seções anteriores.

Tabela 10: Distribuição percentual das firmas que utilizaram os programas de apoio do governo e realizaram IA

Programas de apoio do governo	RIA	
	sim	não
Incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica	3,89%	1,63%
Incentivo fiscal Lei de Informática	5,10%	3,77%
Subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores	1,77%	0,81%
Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica: Sem parceria com universidades ou institutos de pesquisa	3,76%	2,85%
Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica: Em parceria com universidades ou institutos de pesquisa	2,45%	1,56%
Financiamento exclusivo para a compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar	30,24%	38,24%
Bolsas oferecidas pelas fundações de amparo à pesquisa e RHAE/ CNPq para pesquisadores em empresas	0,51%	0,94%
Aporte de capital de risco	0,76%	1,72%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Primeiramente, deve-se notar que o maior percentual de empresas que utilizou algum programa de incentivo do governo está fortemente concentrado no financiamento para aquisição de máquinas e equipamentos, o que contrasta com um baixo percentual nos outros programas de apoio. Esse resultado já era esperado, pois, como já foi dito, o esforço inovativo brasileiro está concentrado nessa atividade.

A tabela abaixo apresenta os valores percentuais de acordo com cada programa governamental com o objetivo de verificar os programas que possuem relação com as IA.

Tabela 11: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA de acordo com o tipo de programa de apoio do governo

Programas de apoio do governo	RIA		
	sim	não	total
Incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica	70,5%	29,5%	100%
Incentivo fiscal Lei de Informática	57,5%	42,5%	100%
Subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores	68,5%	31,5%	100%
Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica: Sem parceria com universidades ou institutos de pesquisa	56,9%	43,1%	100%
Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica: Em parceria com universidades ou institutos de pesquisa	61,0%	38,0%	100%
Financiamento exclusivo para a compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar	44,2%	55,8%	100%
Bolsas oferecidas pelas fundações de amparo à pesquisa e RHAE/ CNPq para pesquisadores em empresas	35,0%	65,0%	100%
Aporte de capital de risco	30,5%	69,5%	100%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Para a variável RIA, apesar de um pequeno número do total de empresas ter utilizado incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica, 70,5% das empresas que

utilizaram esse programa de apoio realizaram essa IA. Em termos percentuais, esse programa governamental é o que mais está relacionado com o desenvolvimento de inovações RIA. Em segundo lugar mas ainda com forte relação com RIA (68,5%), encontra-se o programa de subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores, seguida dos financiamentos de projetos de P&D em parceria com universidades ou institutos de pesquisa (61,0%). Mais uma vez, vale ressaltar que um número muito pequeno de empresas utilizou esses programas, pois a grande maioria está focada no financiamento para compra de máquinas e equipamentos. Ou seja, apesar dos incentivos, uma parcela muito baixa das empresas utiliza os programas de apoio para atividades relacionadas à P&D. Esse fato retrata o perfil inovador brasileiro que tem uma enorme dificuldade de desenvolvimento das atividades relacionadas a esse esforço inovativo.

É importante ressaltar que os três programas que mais estão relacionados com essas inovações dizem respeito ao incentivo à atividade de P&D, seja por subvenção econômica, financiamento de projetos ou incentivos fiscais. Essa evidência mostra, mais uma vez, que existe uma relação entre as atividades de P&D e as IA, ou seja, as empresas que investem em P&D também estão mais dispostas a fazer IA, o que reflete a questão da geração de conhecimento e sua relação com a introdução de inovações que utilizam tecnologias mais limpas.

Como foi dito, o financiamento exclusivo para compra de máquinas e equipamentos para inovar é o programa onde se concentra o maior número de empresas. No entanto, pela análise da tabela 11, percebe-se que a maior parte das empresas que utilizou esse financiamento não realizou IA. Esse resultado é complementar às tabelas 6 e 7, que mostram que a aquisição de máquinas e equipamentos não tem relação com a introdução de IA.

Das empresas que utilizaram o programa de incentivo fiscal da Lei de informática, aproximadamente 43% não gerou inovação RIA, contra 57% que a introduziu. Esse resultado tem a ver com a própria definição da Lei de Informática, que concede incentivos fiscais para empresas produtoras de hardwares específicos com a contrapartida de que ela realize atividades de P&D. Assim, as empresas que recorrem à Lei de Informática são do complexo eletrônico e são classificadas como atividades que não geram significativos danos ao meio ambiente. Por outro lado, os 57% das empresas que utilizaram esse programa e realizaram RIA pode ser consequência da considerável atividade inovativa desses setores que, muitas vezes, já gera redução do impacto ambiental pela estratégia de redução de custos, além do fato que essa variável pode ser superestimada.

II.6. Conclusões

Diante do que foi apresentado, algumas conclusões podem ser resumidas. As atividades relacionadas à P&D possuem importantes relações com as IA. Em decorrência da dificuldade de desenvolvimento desse esforço inovativo na economia brasileira, algumas empresas buscam realizar IA mesmo sem desenvolver essas atividades. No entanto, investir em P&D de maneira significativa contribui fortemente para a introdução de IA³⁰. Vale ressaltar que essa influência das atividades de P&D sobre as IA está correlacionada com as características da firma, pois as empresas maiores e de capital estrangeiro também tendem a investir mais em IA.

³⁰ Horbach (2006) chegou à mesma conclusão para a atividade de P&D, sugerindo que esse esforço inovativo é mais relevante para as IA, pois tecnologias limpas demandam mudanças no processo produtivo, o que requer uma adaptação maior e mais *inputs* de recursos.

Outra evidência da importância das atividades relacionadas à P&D e sua influência sobre as IA é o fato de que os três programas de apoio governamental às inovações que mais estão relacionados com a variável RIA dizem respeito ao incentivo a esse esforço inovativo.

As universidades e institutos de pesquisa também são elementos que têm uma relação significativa com as IA, pois esses agentes são importantes fontes de geração de conhecimento e, conseqüentemente, de inovações. Esse cenário está ligado ao fato de que o principal objeto de cooperação entre as firmas e as universidades e institutos de pesquisa é o P&D. Além disso, existe uma forte relação entre a realização de IA e os programas de financiamento de projetos de P&D em parceria com universidades ou institutos de pesquisa. Esse resultado sugere que esses agentes são um dos principais elementos que influenciam a geração de conhecimento voltado para a diminuição da degradação ambiental. Assim, pode-se afirmar que existe um tripé universidades e institutos de pesquisa – P&D – IA. Vale ressaltar que a cooperação com empresas de consultoria e instituições de testes, ensaios e certificações também apresentaram relação com as IA.

Além do P&D, o treinamento também é um importante elemento que apresenta relações com as IA. A realização dessa atividade inovativa de maneira significativa pode influenciar a adoção de IA, o que levanta a hipótese que a introdução dessas inovações está relacionada à qualificação de mão-de-obra.

Portanto, pode-se concluir que os esforços inovativos relacionados à criação de conhecimento e construção de competências estão muito relacionados com as IA. Ou seja, esses esforços inovativos são elementos chaves para se compreender a visão

sistêmica da inovação de maneira geral, mas eles se tornam ainda mais relevantes quando se insere a questão ambiental³¹.

Em decorrência da convergência dos determinantes das inovações de forma geral com as IA, o capítulo buscou verificar para quais itens existiam diferenças, evidenciando estratégias inovativas distintas. Por exemplo, Stallivieri e Souza (2008) estudaram os processos de aprendizagem e cooperação para 1.206 firmas em diversas partes do território nacional. Os autores concluíram com base num modelo econométrico que uma das ações interativas mais relevantes para a introdução de inovações são relativas à aprendizagem vertical, como a cooperação e a obtenção de informações junto a fornecedores e clientes. Entretanto, as análises do presente capítulo revelaram que os parceiros mais importantes para a cooperação com as firmas são os que têm menor relação com as IA.

Diante disso, percebe-se que para que se estimule a introdução de mais IA na indústria brasileira, não basta somente um incentivo às inovações de maneira geral, mas deve haver programas e políticas direcionadas à inserção das questões ambientais na própria estratégia das firmas. Portanto, as políticas de preservação ambiental e de estímulo às inovações não devem mais ser analisadas de forma separadas. Se essas políticas atuarem de forma conjunta, elas podem gerar incentivos para redução de emissão de por parte das firmas, pois estas passariam a buscar caminhos tecnológicos alternativos para reduzir os danos ambientais. Além disso, as políticas tecnológicas podem ter um menor custo caso sejam utilizadas como complementares e não como substitutas às políticas ambientais (JAFFE et al., 2004). Na ausência da aplicação

³¹ Por exemplo, segundo Araújo (2004 *apud* GONÇALVES et al, 2007), a utilização de universidades e institutos de pesquisa como fontes de informação para a atividade inovativa em geral aumenta a propensão à investir em P&D. Por outro lado, Gonçalves *et al* (2008) afirmam com base em modelos econométricos que o gasto das empresas inovadoras com máquinas e equipamentos não é decisivo na decisão de inovar. Como foi visto, o mesmo acontece no caso das IA.

dessas políticas de maneira sincronizada, as empresas têm pouco incentivo para mudar para uma trajetória tecnológica mais sustentável. Ou seja, as intervenções de política que tenham como objetivo internalizar o custo do dano ambiental podem induzir mudanças tecnológicas estimulando a criação de tecnologias ambientais (*technology forcing*) por parte das firmas.

Deve-se ressaltar que as análises apresentadas no capítulo não levaram em consideração as especificidades setoriais e as características das firmas que, juntos, têm influência significativa na atividade inovativa. Dessa forma, para que sejam pensados incentivos específicos para as IA, faz-se necessário que se realize um estudo mais profundo sobre seus determinantes que leve em consideração a questão da competitividade e da regulação, além das heterogeneidades setoriais.

CAPÍTULO III – DETERMINANTES DA INOVAÇÃO AMBIENTAL: UMA ANÁLISE DA CENTRALIDADE DO PAPEL DA REGULAÇÃO

Diante do que foi apresentado, foi possível verificar algumas estratégias e características das empresas que podem ter influência na determinação das inovações ambientais. No entanto, como as análises foram realizadas para a indústria de transformação como um todo, não foi possível captar as diferenças inter-setoriais e tampouco foi possível verificar a influência de outros determinantes na geração de IA.

As diferenças e peculiaridades entre os setores são extremamente relevantes para a análise da dinâmica inovativa, pois esta depende das oportunidades tecnológicas percebidas pelas indústrias. A capacidade inovativa das indústrias influencia a estrutura produtiva das mesmas, o que modifica as heterogeneidades setoriais existentes principalmente nos países em desenvolvimento (AVELLAR *et al.* 2010).

No caso das IA, as características setoriais são ainda mais importantes, pois alguns determinantes exercem diferentes influências dentro de cada setor. Por exemplo, a regulação ambiental pode ser um dos principais determinantes da IA em setores altamente poluentes, pois pode induzir as firmas a introduzirem produtos e processos menos danosos aos meio ambiente. Por outro lado, em outros setores, os principais fatores que induzem às IA podem ser relacionados à busca por eficiência produtiva e aumento da competitividade.

O Capítulo II analisou algumas características e estratégias das firmas que introduziram IA e concluiu que os fatores ligados ao conhecimento e às capacitações têm forte relação com essas inovações. Com base nessas conclusões, o presente capítulo tem como objetivo, primeiramente, expandir o estudo dos determinantes das

IA através de um trabalho empírico para verificar quais são os principais fatores que induzem essas inovações. Com base nesses resultados, a análise posterior se baseia na questão da centralidade do papel da regulação para algumas indústrias e argumenta sobre a importância das diferenças inter-setoriais para uma visão sistêmica dos determinantes dos processos inovativos referentes à sustentabilidade ambiental.

III.1. Determinantes da Inovação Ambiental: uma análise econométrica

III.1.1 Metodologia

Para expandir a análise dos determinantes da IA, foi elaborado um exercício econométrico com base no questionário da PINTEC 2008. Primeiramente, foram selecionadas somente as firmas da indústria de transformação. A partir daí, foram excluídas as firmas não inovadoras em produto e/ou processo (como foi feito no capítulo anterior), o que gerou uma amostra de 6.300 empresas³².

O objetivo do modelo é, além de corroborar os resultados apresentados no Capítulo II, verificar quais são os principais determinantes da IA. A pergunta a ser respondida é se o fato da empresa realizar atividades relacionadas ao conhecimento e à ampliação de competências, realizar esforços relacionadas ao aumento da competitividade e se ajustar à regulação aumentam a probabilidade da firma introduzir IA. Além disso, o modelo busca destacar a questão regulatória, que é o principal diferencial das IA em relação às demais inovações.

Assim como no Capítulo II, a variável RIA relacionada à pergunta 105 do questionário da PINTEC 2008 ('Reduziu o impacto no meio ambiente') foi utilizada como uma *proxy* de IA. Caso a firma tenha declarado uma alta ou média importância

³² No presente capítulo, não foi utilizado o peso de expansão da amostra.

para redução do impacto ambiental gerado pela inovação, a variável se torna um. Caso a empresa tenha relatado um impacto baixo ou não relevante, a variável se torna zero. Assim, RIA é a variável dependente do modelo.

$$RIA = \beta_0 + \beta_1 * Intens_esf + \beta_2 * Trabsuppd + \beta_3 * Custo + \beta_4 * Qual + \beta_5 * Ampl_mercado + \beta_6 * Rgl + \beta_7 * Net + \beta_8 * Ap_gov + \beta_9 * \Pi + \epsilon$$

As variáveis explicativas foram selecionadas de acordo com a literatura analisada no Capítulo I em convergência com os resultados do Capítulo II. A variável ‘Intensidade do esforço inovativo’ (*Intens_esf*) busca captar o efeito das atividades inovativas sobre a geração de IA. Como foi visto no Capítulo II, os itens relacionados à geração de conhecimento e ampliação das competências da firma apresentaram forte relação com as IA. Com base nesse resultado, a variável ‘Intensidade esforço inovativo’ é determinada pelas perguntas do questionário da PINTEC 2008 relatadas abaixo:

- 24 – Atividade de P&D;
- 25 – Aquisição externa de P&D;
- 26 – Aquisição de outros conhecimentos externos;
- 28 – Treinamento.

Como as perguntas são qualitativas, foi adotada uma variável dummy que se torna um caso a empresa tenha declarado importância alta ou média para alguma dessas atividades. Caso contrário, a variável se torna zero.

A variável ‘Número de trabalhadores com nível superior empregado (exclusivamente) em atividades de P&D’ (*trabsuppd*) também está relacionada às características da firma e ao esforço inovativo. Normalmente, quanto maior a empresa

e mais forte seu engajamento em atividades de geração de conhecimento, maior o número de trabalhadores com nível superior empregados em atividades de P&D. Como foi visto que esses esforços inovativos estão fortemente ligados à questão das IA, espera-se que essa variável também apresente uma relação positiva com esse tipo de inovação. Assim, a variável é determinada pela soma dos valores das perguntas 46 ('Número de doutores com dedicação exclusiva nas atividades de P&D'), 47 ('Número de mestres com dedicação exclusiva nas atividades de P&D') e 48 ('Número de graduados com dedicação exclusiva nas atividades de P&D').

Algumas variáveis do modelo são relacionadas diretamente à questão da competitividade, como 'Custo' (*Custo*), 'Qualidade' (*Qual*) e 'Ampliação de mercado' (*Ampl_merc*). A variável relacionada à redução de custo influencia a função de produção da empresa e, como muitas vezes as inovações são direcionadas à questão da otimização de recursos, ela diminui os custos de produção e favorece a competitividade das empresas por esse canal. No caso das IA, espera-se uma relação positiva com a variável 'Custo', pois, ao buscar a eficiência produtiva através da redução de custos, essa diminuição pode se dar principalmente nos custos de produção relacionados aos recursos naturais. A variável custo é definida pela pergunta de número 100 ('Reduziu os custos de produção ou dos serviços prestados') do questionário da PINTEC 2008. Caso a empresa tenha relatado uma importância alta ou média para essa pergunta, a variável se torna um.

A utilização da variável 'Qualidade' (*Qual*) é extremamente importante na relação com as inovações de forma geral. Muitas vezes, o resultado da atividade inovativa aumenta a qualidade do produto ofertado, e a empresa aumenta seus lucros ou *market-share* mesmo sem concorrer em preços. No caso das IA, a qualidade se torna um fator ainda mais relevante, pois caso ela seja associada à questão dos

produtos “verdes”, a firma conquista o consumidor ambientalmente responsável (fato que é bastante importante, pois como muitas empresas também são fornecedoras de outros setores da indústria de transformação, a questão dos produtos “verdes” pode se difundir inter-setorialmente). Além disso, muitas empresas da indústria de transformação são controladas por fortes regulamentações ambientais, o que pode induzi-las a melhorar a qualidade ambiental de seus produtos e processos. Desse modo, espera-se uma relação positiva da variável RIA com a ‘Qualidade’. Essa variável é definida pela pergunta 93 (‘Melhorou a qualidade dos bens ou serviços’) do questionário da PINTEC 2008. Do mesmo modo, ela se torna um para alta ou média importância e zero para baixa ou não relevante.

Em muitos casos, a inovação leva a uma ampliação de mercado para a firma, pois, ao introduzir um produto ou processo novo (mesmo que seja somente para a própria empresa), ela passa a operar de forma diferenciada no mercado. As IA também tem forte relação com a ampliação de mercado para as empresas, pois estão relacionadas à mesma questão dos produtos e processos “verdes”. Ou seja, se a firma passa a utilizar um processo que reduz os danos ambientais, ela pode obter certificados ambientais e será mais bem vista no mercado, podendo ampliar e conquistar novos mercados. Caso ela introduza inovações de produtos ambientalmente sustentáveis, ela pode conquistar consumidores que antes não compravam seus produtos. Assim, é razoável esperar uma relação positiva com a variável ‘Ampliação de mercado’ (*Ampl_merc*) para as firmas que introduziram IA. Essa variável é composta pelas perguntas 96 (‘Ampliou a participação da empresa no mercado’) e 97 (‘Permitiu abrir novos mercados’) e segue a mesma metodologia de criação de variáveis binárias procedentes de perguntas qualitativas.

Como foi descrito no Capítulo I, a regulação ambiental é um dos principais determinantes das IA, pois ela pode gerar possíveis sinais de ineficiência na utilização dos recursos criando, assim, uma possibilidade de aperfeiçoamento tecnológico. Além disso, a pressão nos setores pode criar incentivos para induzir as empresas a adotarem técnicas ambientalmente responsáveis. No entanto, sabe-se que a regulação ambiental pode não levar à geração de IA caso essas normas não estejam ajustadas ao contexto. A variável ‘Regulação’ (*Rgl*) tenta captar os efeitos das normas impostas sobre as firmas e a relação destas com as IA. Ela é baseada na pergunta 107 (‘Enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao mercado interno ou externo’) do questionário da PINTEC 2008 e se torna um caso a empresa tenha relatado importância alta ou média para essa pergunta. Apesar da pergunta 107 não ser relativa diretamente às regulamentações ambientais, ela pode apresentar resultados relevantes, pois muitas firmas são reguladas ambientalmente em decorrência do setor de atuação e do porte, além de abranger o mercado externo, que já é significativamente regulado na esfera ambiental. Assim, espera-se uma forte relação entre a variável ‘Regulação’ e RIA.

A variável ‘*Network*’ (*Net*) relativa às atividades de cooperação diz respeito à pergunta 134 (‘Envolvimento em algum arranjo cooperativo com outra organização com vistas a desenvolver atividades inovativas’) do questionário da PINTEC 2008 e se torna um caso a firma tenha respondido sim à questão. Sabe-se que as parcerias são estratégias importantes para a atividade inovativa como um todo, pois a troca de conhecimento, aprendizado e o fortalecimento de uma rede de informação e cooperação podem auxiliar as empresas a desenvolverem diversos tipos de inovação, pois essas são caracterizadas como um processo amplo, coletivo e sistêmico, além de serem importantes elementos para a constituição de um sistema nacional de inovação.

No caso das inovações ambientais, a cooperação com outros agentes se torna ainda mais importante, porque essas inovações envolvem conhecimento específico em relação à sustentabilidade ambiental e podem estar muito a frente da corrida tecnológica, o que requer *expertise* e conhecimentos não dominados inteiramente pela firma. Assim, espera-se um coeficiente positivo para essa variável³³.

Como foi visto no Capítulo II, existe uma diferença em relação à utilização de programas de apoio do governo e as inovações que reduziram ou não os danos ambientais, pois os programas relacionados às atividades de P&D têm maior relação com a geração de IA. Desse modo, a variável ‘Apoio do governo’ (*Ap_gov*) é composta pela combinação das perguntas abaixo e tem como objetivo captar a relação entre o programas relacionados à geração de conhecimento e as IA. Caso a firma tenha respondido sim a alguma dessas perguntas, a variável de torna um, caso contrário, zero.

- 156 - Incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica;
- 157.1 – Subvenção econômica à P&D e à inserção de pesquisadores;
- 158.1 – Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica sem parcerias com universidades ou institutos de pesquisa;
- 158.2 - Financiamento a projetos de P&D e inovação tecnológica com parcerias com universidades ou institutos de pesquisa.

Já o vetor *II* representa as variáveis de controle e está relacionado às características da firma, como origem do capital³⁴, tamanho³⁵ e se a empresa é exportadora ou não³⁶. Por fim, ε é o distúrbio estocástico com distribuição normal.

³³ Nesse caso, não é possível realizar a separação por tipo de cooperação (vertical, horizontal e demais agentes) em decorrência do pequeno número de firmas que relatou ter feito alguma atividade de cooperação.

³⁴ Foram definidas variáveis *dummies* para origem do capital nacional e origem do capital estrangeiro, tomando a origem mista como base.

Desse modo, com base no tipo dos dados disponíveis (6.300 firmas na dimensão *cross-section* e dimensão temporal de um ano) e devido à utilização de diversas variáveis binárias, foi utilizado um modelo Probit para rodar a regressão com o objetivo de captar o grau de relevância de cada determinante da IA através da comparação dos *betas* estimados. Além disso, esse tipo de modelo é utilizado em outros estudos na área de inovação ambiental (HORBACH, 2006; FERRAZ & SEROA DA MOTTA, 2001).

III.1.2. Resultados

A tabela 12 abaixo apresenta os resultados do modelo.

Tabela 12: Determinantes da Inovação Ambiental

Modelo Probit				
Variável dependente RIA				
Variáveis Independentes	Coef.		Desvio Padrão	P>z
custo	.4654495	***	.0355191	0.000
qual	.2352885	***	.0510058	0.000
ampl_merc	.3179068	***	.0475277	0.000
net	.1778221	***	.0460462	0.000
rgl	.7504285	***	.0350181	0.000
intens_esf	.073327	*	.0428458	0.087
trabsuppd	.0031968	*	.0014776	0.030
tmpo	.0800634	***	.0133215	0.000
ap_gov	-.0668042		.0697571	0.338
export	.0439539		.0752941	0.559
origna	.0000941		.1108621	0.999
origest	.0828608		.1203093	0.491
(i) Nota: * significativa a 10%, ** significativa a 5%, ***significante a 1%				
(ii) Nota: Não foram considerados os pesos da amostra nem os clusters de setores				
Número de observações: 6.300				
LR		$\chi^2 = 1255.86$		p-valor = 0.000
Pseudo R2		14.57%		
Tabela de Classificação		68.43%		
Hosmer-Lemeshow		$\chi^2 = 4991.04$		p-valor = 0.72

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PINTEC 2008

³⁵ Calculado pelo logaritmo do pessoal ocupado.

³⁶ Também foi definida uma *dummy* para essa variável, que se torna um caso a empresa tenha relatado que seu principal mercado é o MERCOSUL ou Estados Unidos, Europa, Ásia ou outros países, de acordo com a pergunta 5 do questionário da PINTEC 2008. Caso a firma tenha declarado que seu principal mercado é estadual, regional ou nacional, a variável de torna zero.

Como pode ser visto, os resultados do modelo apresentaram um bom grau de ajuste, com a estatística Hosmer-Lemeshow a 72%³⁷ e o teste de significância conjunta das variáveis explicativas (LR) significativo a 1%. Todas as variáveis do modelo são significativas pelo menos a 10%, com exceção do ‘Apoio do governo’ (*Ap_gov*), ‘Origem nacional do capital’ (*origna*) e ‘Origem estrangeira do capital’ (*origest*)³⁸. Além disso, todas as variáveis significativas possuem sinal positivo, o que confirma a hipótese do modelo que esses elementos estão entre os principais determinantes da IA para as firmas da indústria de transformação brasileira.

É interessante notar que as variáveis relacionadas à competitividade das empresas (*custo*, *qual* e *ampl_merc*) apresentaram altos coeficientes com significância a 1%. Como já era esperado, a variável relacionada à redução de custo foi uma das mais relevantes, pois as IA estão intimamente ligadas às estratégias de redução de utilização de recursos naturais e energia³⁹. Os resultados evidenciam que dentro das firmas inovadoras, as empresas que realizaram reduções de custo têm uma probabilidade maior de ter introduzido IA que as firmas que não reduziram custos de produção (coeficiente 0.465).

O aumento da qualidade dos bens ou serviços e a ampliação de mercado também confirmam a hipótese de que a introdução de novos produtos e processos

³⁷ A hipótese nula do teste Hosmer-Lemeshow é que a equação está bem especificada. Assim, de acordo com o resultado do teste, não se pode rejeitar a hipótese nula de que o modelo está bem ajustado.

³⁸ A não significância da variável ‘Apoio do governo’ pode ser consequência do pequeno número de empresas que utilizou algum programa de financiamento ou pode ser que a utilização desses programas não seja um determinante significativo na adoção de IA. O fato do modelo não ter captado essa influência não invalida a análise do Capítulo II, que evidenciou a existência de uma relação entre esses tipos de financiamento e as IA. Do mesmo modo, como foi apresentado nas características das firmas que realizaram IA, a origem do capital controlador possui relação não só com a introdução de IA, mas com as inovações de maneira geral apesar do modelo não ter captado essa relevância.

³⁹ Horbach (2006) também faz um modelo probit com IA e com inovações com baixo ou nenhum impacto positivo no meio ambiente. Para a variável custo, o autor chega à mesma conclusão do presente estudo, mas com um coeficiente menor.

ambientalmente responsáveis pode gerar mais benefícios econômicos para as empresas que somente a geração de inovações que não levem em consideração a questão da sustentabilidade. Assim, dentro das empresas inovadoras, as que ampliaram mercado têm maior probabilidade de ter realizado IA que as que não abriram novos mercados. Para a qualidade, a interpretação é a mesma. No entanto, esse último determinante tem menos influência sobre as IA que os demais elementos relativos à competitividade.

Outro resultado interessante é sobre a cooperação. O sinal positivo da variável ‘Network’ (*Net*) corrobora os resultados do Capítulo II, no qual a realização de atividades em parceria com outros agentes tem relação com a geração de IA. Pela tabela 12 dos resultados do modelo, pode-se verificar que as empresas que fazem cooperação têm maior probabilidade de ter desenvolvido IA em comparação com as que não realizaram cooperação. Esse resultado confirma os argumentos de diversos autores (MAZZANTI & ZOBOLI, 2006; HORBACH, 2006), nos quais o pertencimento a algum tipo de grupo ou rede aparece como um *driver* positivo da IA, ressaltando a importância de “economias horizontais de escala” e estratégias cooperativas para esse tipo de inovação.

A intensidade do esforço inovador (*intens_esf*) também confirmou os resultados do capítulo anterior. A realização de atividades relacionadas à geração de conhecimento⁴⁰ e fortalecimento das competências e capacitações da firma através de treinamento aumenta em a probabilidade de realizar IA em comparação com a não realização desses esforços inovativos⁴¹.

⁴⁰ A significância da variável ‘*trabsuppd*’ também está relacionada à questão da geração de conhecimento e esforço inovativo, pois a utilização de mão-de-obra qualificada tem relação com o desenvolvimento de IA, pois estas são específicas e requerem criatividade e geração e absorção de aprendizado.

⁴¹ Horbach (2006) também chegou à conclusão de que atividades de P&D são mais relevantes para IA que para inovações que tenham tido baixo ou nenhum impacto positivo no meio ambiente.

Por fim, a ‘Regulação’ (*Rgl*) aparece como a variável que mais determina as IA (coeficiente de 0,7504). Dentro do conjunto de empresas inovadoras, as que buscaram se adaptar às regulações e normas referentes ao mercado interno ou externo têm uma probabilidade maior de ter gerado IA em comparação com as firmas que realizaram outro tipo de inovação e não tiveram como objetivo se adaptar às regulamentações.

Como foi explicado no Capítulo I, existem diversas críticas em relação às conseqüências da regulação sobre a geração de IA. Uma delas é que se a regulação for direcionada a uma determinada tecnologia e não ao nível de emissão ou melhor utilização dos recursos naturais, ela pode inibir processos inovativos mais eficientes para o meio ambiente como um todo. Além disso, nesse caso, não existem incentivos financeiros para redução da poluição. Outra crítica é que a regulação pode não gerar soluções inovativas eficientes, pois depende fortemente do tipo de instrumento regulatório utilizado em cada firma e/ou setor. Ainda se pode argumentar que a regulação é uma forte indutora de inovações do tipo *end-of-pipe*, pois esse tipo de inovação requer menos investimento na criação de conhecimento e, por isso, são mais fáceis de introduzir nas rotinas das empresas. Assim, como essa tecnologia muitas vezes é de caráter incremental, ela não gera mudanças significativas no processo produtivo.

Os resultados do modelo econométrico evidenciaram a relevância dos principais determinantes da IA para a indústria de transformação brasileira, com destaque para a questão regulatória. Desse modo, em consonância com as conclusões do Capítulo II, pode-se afirmar que esses elementos são mais importantes para as IA que para as inovações que não reduziram os impactos no meio ambiente. No entanto,

em decorrência da limitação dos dados, não é possível verificar qual a natureza das IA realizadas pelas firmas.

Apesar dos resultados significativos apresentados pelo modelo, existem importantes características setoriais que não foram capturadas, pois o desenvolvimento de um modelo que tivesse como objetivo verificar essas especificidades ficaria limitado pelos dados da amostra. Além disso, alguns determinantes da inovação de modo geral estão relacionados tanto às características setoriais, como à trajetória tecnológica e contexto no qual a empresa está inserida.

Desse modo, para que se realize uma análise mais profunda sobre os determinantes da IA a nível setorial, é necessário que se estude as especificidades das indústrias mais de perto e não somente por meio de uma análise de regressão. A próxima seção realiza essa tarefa.

III.2. Regulação e Inovação Ambiental numa Perspectiva Setorial

Apesar das limitações do modelo e das críticas, a regulação apareceu como o principal determinante das IA. Oltra (2008) já havia sugerido que o principal diferencial dos determinantes da IA está relacionado ao papel da regulação em decorrência da existência da dupla externalidade, pois é o principal fundamento acerca da necessidade de instrumentos de política para estimular ações de preservação ambiental.

Por outro lado, a regulação também pode ser pensada como uma característica fortemente setorial, na medida em que boa parte das regulamentações e normas do mercado interno e externo são direcionadas às empresas de uma mesma atividade, que emitem os mesmos tipos de poluentes ou outros similares de impacto ambiental.

Apesar do nível de poluição ser bastante diferente em cada firma, muitas vezes a regulação é sobre o tipo de resíduo ou sobre o tipo de tecnologia utilizada, que pode ser predominante em toda uma indústria.

Desse modo, pode-se afirmar que a regulação tem diferentes impactos dentro de cada setor que não foram captados pelo modelo econométrico. A regulação ambiental pode exercer uma forte influência nos setores altamente poluidores e induzir à geração de IA. Por outro lado, em outros setores as características setoriais podem ser mais importantes, como tamanho médio das firmas, capital controlador das empresas e o fato de ser uma indústria voltada ao mercado externo ou não. Além disso, é importante ressaltar que a atividade inovativa também pode ser influenciada pela conjuntura econômica que as indústrias se deparam.

Diante disso, a próxima seção tem como objetivo analisar a questão da regulação e das IA numa perspectiva setorial para verificar em quais indústrias esse fator pode realmente ser considerado um dos principais determinantes das inovações que reduzem os impactos ambientais. Alguns setores são analisados brevemente para que se compreenda melhor os processos sistêmicos de geração de IA⁴².

III.2.1. Análise empírica

Para realizar uma análise setorial da regulação e sua relação com as IA, utilizou-se as variáveis 'RIA' e 'Regulação' (*RGL*) com base na mesma amostra da análise econométrica da seção anterior. A partir desse recorte, as firmas foram

⁴² É de conhecimento da autora as restrições da análise dos processos inovativos numa perspectiva setorial, pois os níveis de poluição e as inovações variam dependendo das estratégias de cada firma individualmente. No entanto, essa desagregação dos dados sobre o potencial poluidor das empresas ainda não existe de uma maneira mais abrangente para o caso brasileiro.

separadas pelos setores da CNAE 2.0 a dois dígitos⁴³. Mais uma vez, deve-se enfatizar que a pergunta do questionário da PINTEC 2008 sobre regulação não diz respeito diretamente sobre as questões ambientais. No entanto, ela pode apresentar resultados interessantes na medida em que se analisa as características setoriais.

Dentro de cada setor foi calculado o percentual das firmas que realizaram RIA e as que sofreram RGL. O percentual médio das empresas que realizaram RIA para a indústria de transformação como um todo é 46%. Dessa forma, os setores foram separados entre os que apresentaram 46% ou mais de firmas que realizaram RIA e os que tiveram menos de 46%. O mesmo foi realizado para RGL, sendo que o percentual médio é 50%. O quadro a seguir apresenta os setores com base nessa metodologia.

⁴³ A exceção é para o setor de 'Fabricação de celulose, papel e produtos de papel' e 'Metalurgia', que foram desagregados em dois subsetores ('Fabricação de celulose e outras pastas' e 'Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel'; 'Produtos siderúrgicos' e 'Metalurgia de metais não ferrosos e fundição')

Quadro 2: Classificação dos setores de acordo com a realização de IA e a adaptação à regulação

		RIA	
		< 46%	> = 46%
RGL	< 50%	<ul style="list-style-type: none"> Fabricação de bebidas Fabricação de produtos têxteis Confeção de artigos do vestuário e acessórios Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados Fabricação de produtos diversos Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> Fabricação de produtos de madeira Fabricação de celulose e outras pastas Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel Metalurgia de metais não ferrosos e fundição Fabricação de móveis
	> = 50%	<ul style="list-style-type: none"> Fabricação de produtos alimentícios Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos Fabricação de artigos de borracha e plástico Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos Fabricação de máquinas e equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> Fabricação de produtos do fumo Impressão e reprodução de gravações Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis Fabricação de produtos químicos Fabricação de produtos de minerais não metálicos Produtos siderúrgicos Fabricação de produtos de metal Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias Fabricação de outros equipamentos de transporte

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

A maioria dos setores altamente poluidores (que estão em destaque) se encontra no quadrante de realização de ‘RIA’ e ‘RGL’ acima da média da indústria. Por outro lado, existem setores que são poluidores e não declararam inovar para se adaptar à regulação, mas realizam um significativo percentual de IA. Já os setores tradicionais se encontram no quadrante de baixa introdução de IA e baixa regulação. Diante disso, pode-se elaborar as seguintes questões, que serão abordadas nas próximas seções⁴⁴:

⁴⁴ Utilizando as variáveis definidas de acordo com o modelo econométrico da seção III.1, foram realizadas análises com base em estatísticas descritivas, mas pela separação da CNAE a dois dígitos. A tabela 17 do anexo apresenta esses resultados.

- Os setores mais poluidores realizam IA principalmente como forma de adaptação e cumprimento com a regulação ou os outros determinantes setoriais têm papel mais central nesse processo?
- Quais são as diferenças nas características das demais indústrias que também se encontram no quadrante quatro, mas são menos poluidoras?
- Quais os fatores que levam os setores menos regulados a introduzir inovações que reduzem os impactos ambientais?

III.2.2. Setores que realizam ‘RIA’ e ‘RGL’ acima da média

De acordo com o Quadro 2, a maioria dos setores potencialmente mais poluidores⁴⁵ (que estão em destaque) se encontra no quadrante de realização de IA e regulação acima da média da indústria. Ou seja, grande parte das inovações dessas indústrias buscou se adaptar às normas e regulamentações referentes ao mercado interno e/ou externo e, ao mesmo tempo, reduziu o impacto ambiental. Assim, pode-se afirmar que as normas e regulamentações impostas sobre essas indústrias são de caráter ambiental e, por isso, induzem as firmas das indústrias poluidoras a adotarem IA⁴⁶. Por outro lado, é necessário analisar as características setoriais para que se compreenda os demais determinantes dessas inovações.

Por exemplo, a atividade ‘Fabricação de produtos químicos’ é uma das maiores indústrias do Brasil e têm um dos maiores potenciais poluidores. Ela é caracterizada por uma heterogeneidade setorial, na qual atuam empresas de diversos tamanhos, além de multinacionais. Muitas delas são exportadoras de *commodities* e se

⁴⁵ Os setores poluidores foram classificados por Ferraz e Seroa (2001) e Young *et. al* (2001)

⁴⁶ Entretanto, deve-se ressaltar, mais uma vez, que não se pode identificar o caráter dessas IA, ou seja, não se pode verificar se elas são do tipo *end-of-pipe* ou *pollution prevention*. Assim, não se sabe se essas inovações estão realmente deixando o processo produtivo mais limpo como um todo ou se são inovações pontuais que reduzem os danos ambientais.

beneficiam de economias de escala e escopo. Por outro lado, é um setor fornecedor de outras indústrias e muito pouco do seu produto é destinado ao consumo final. Apesar das heterogeneidades intra-setoriais, é uma indústria que investe de maneira significativa em P&D (interno e aquisição externa) em comparação com outros setores da indústria de transformação brasileira.

A atividade de fabricação de ‘Produtos Siderúrgicos’, por sua vez, também é responsável por grandes impactos ambientais (principalmente poluição atmosférica)⁴⁷. Essa indústria é caracterizada por empresas de grande porte com alta participação do capital estrangeiro (CAMPOS & RUIZ, 2008) e a intensidade da atividade de P&D varia bastante nos segmentos da indústria (DE PAULA *apud* ZUCOLOTO, 2004). Muitas firmas são voltadas à exportação e se beneficiam da vantagem competitiva relacionada à alta qualidade do minério de ferro brasileiro, além de possuírem baixos custos de produção (ZUCOLOTO, 2004).

Com base na tabela 17 do anexo, pode-se verificar que os setores de ‘Fabricação de produtos químicos’ e ‘Produtos Siderúrgicos’ são indústrias que realizam significativos esforços inovativos, buscam parcerias com outros agentes e apresentam um expressivo percentual de empresas que utilizaram algum programa de apoio do governo voltado à atividade de P&D. Como consequência, esses setores também apresentam uma relação entre determinadas estratégias e esforços inovativos com as IA, como a geração de conhecimento, fortalecimento das competências e cooperação. Desse modo, em geral, as firmas dessas indústrias são capazes de

⁴⁷ Os principais poluentes potenciais dessa indústria são dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO) e metais tóxicos do ar. Segundo De Melo e Mitkiewicz (2002), na indústria siderúrgica o material particulado se destaca como um grande poluente proveniente das operações de estocagem, manuseio e transporte de matéria prima, além da queima de combustíveis fósseis das demais etapas do processo produtivo.

responder à regulação ambiental de maneira inovadora, o que contribui para a estratégia competitiva das mesmas⁴⁸.

Assim, pode-se afirmar que a IA nesses setores é fortemente induzida pela regulação através da proibição de produtos e insumos nocivos ao meio ambiente⁴⁹. Como esses setores são intensivos em energia e utilizam recursos naturais não renováveis, muitas vezes eles são relacionados a acidentes ambientais, o que aumenta a pressão da regulação⁵⁰. Entretanto, como essas indústrias apresentam um processo sistêmico de criação de conhecimento, as firmas são capazes de responder a essas restrições de maneira inovadora, o que faz com que elas busquem alternativas tecnológicas às práticas tradicionais que causam danos ao meio ambiente⁵¹.

Esses resultados vão de acordo com as análises de Campos e Ruiz (2008) que investigam os aspectos de mudança tecnológica nos setores da indústria brasileira com base nos dados da PINTEC 2000. Segundo esses autores, o enquadramento na regulação é o principal foco da trajetória tecnológica para a ‘Fabricação de produtos químicos’ e ‘Produtos Siderúrgicos’. Junto a isso, o tamanho médio-grande das empresas desses setores, a interação com universidade e institutos de pesquisa e a propensão exportadora também contribuem para a realização de inovações de maneira geral. Diante disso, com base nas análises do Capítulo I e II, percebe-se que essas são

⁴⁸ Por exemplo, para o setor de ‘Produtos Siderúrgicos’, a redução de custo e o aumento da qualidade dos produtos têm uma forte relação com a introdução de IA. Essa evidência sugere que a competitividade nesse setor que tem como base a questão da qualidade do minério de ferro brasileiro e os baixos custos de produção está intimamente relacionada com a questão ambiental.

⁴⁹ Segundo Bezerra *et al.* (2009) são quatro os tipos de instrumentos de regulação ambiental mais utilizados para a indústria química: (i) licenciamento ambiental, (ii) controle de nível de resíduos/efluentes, (iii) proibição/restrrição de uso de determinado insumo e (iv) padrões de produção.

⁵⁰ O setor de ‘Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis’ também é altamente poluidor e sofre uma severa regulação ambiental. No entanto, as características desse setor são bastante peculiares e, para serem analisadas de maneira correta, as atividades deveriam ser desagregadas. Assim, essa indústria não será abordada por não caber no escopo do estudo.

⁵¹ Um exemplo é a utilização de carvão vegetal na produção de ferro gusa e aço na indústria siderúrgica brasileira. De acordo com o Plano Nacional de Mudança do Clima, o Brasil é um dos poucos países do mundo a utilizar esse insumo. Assim, para o ano de 2010, a participação da siderurgia a carvão vegetal no total da produção do setor variou de 5 a 10%.

as características que têm forte relação com a geração de IA, ou seja, tamanho⁵² e fatores ligados à geração de conhecimento. Por fim, deve-se ressaltar a relação entre as IA e a melhora na competitividade, que é extremamente importante para setores regulados e voltados ao mercado externo. Através da introdução de produtos e processos mais limpos para se enquadrar à regulação ambiental, as firmas podem aumentar a qualidade dos mesmos, ampliar mercados e reduzir custos de produção.

Por outro lado, as indústrias de ‘Fabricação de produtos minerais não metálicos’ e ‘Fabricação de produtos de metal’ se encontram no mesmo quadrante dos setores de ‘Fabricação de produtos químicos’ e ‘Produtos Siderúrgicos’, mas têm características bastante diferentes. O esforço inovativo nessas indústrias é caracterizado pela aquisição de máquinas e equipamentos⁵³ e as firmas são, em sua maioria, empresas de pequeno porte com baixa propensão exportadora (CAMPOS & RUIZ, 2008).

Dessa forma, nesses setores, a regulação pode ser mais determinante para induzir as empresas a gerarem IA que nos demais fatores. No caso da ‘Fabricação de produtos minerais não metálicos’, a regulação está relacionada ao fato dessa indústria ter um alto potencial de emissão de particulados finos e dióxido de nitrogênio, que causam danos ao meio ambiente e à saúde respiratória. Já no caso da ‘Fabricação de produtos de metal’, mesmo que ela não seja considerada uma das atividades mais poluidoras (médio potencial), a regulação também está associada à questão ambiental. Além disso, como essa atividade tem o treinamento como uma das principais fontes de inovação, isso pode contribuir para a geração de IA, pois como foi visto no

⁵² Lustosa (1999) já tinha apontado para a questão das empresas maiores serem mais visíveis frente à regulação.

⁵³ No setor de ‘Fabricação de produtos de metal’, o treinamento também aparece como uma das principais fontes de inovação.

Capítulo II, o fortalecimento das competências tem relação com a introdução de inovações que reduzem os danos ambientais.

Como foi dito, a aquisição de máquinas e equipamentos não tem relação com as IA e empresas de pequeno porte e voltadas ao mercado interno tem menores probabilidades de gerar IA. Além disso, esses setores apresentam um pequeno investimento em atividades relacionadas à P&D. Assim, pode-se levantar a hipótese que as IA realizadas por essas indústrias são, em sua maioria, do tipo *end-of-pipe*, pois como essas atividades apresentam menos características ligadas à criação de conhecimento que os outros setores analisados até o momento, as IA introduzidas não demandam processos inovativos muito complexos. Por outro lado, muitas vezes essas inovações não modificam completamente o processo produtivo porque são tecnologias utilizadas somente no final do processo, como a utilização de filtros para redução da poluição.

Portanto, percebe-se que para as atividades de ‘Fabricação de produtos minerais não metálicos’ e ‘Fabricação de produtos de metal’, a política ambiental atua como um ‘chicote’ induzindo as firmas a adotarem IA através da regulação ao invés de dar incentivos e instrumentos compatíveis com as especificidades setoriais para que elas introduzam atividades que envolvam um amplo sistema de conhecimento e aprendizado e, conseqüentemente, gerem IA do tipo *pollution-prevention* que são mais vantajosas econômico e ambientalmente no longo prazo.

É interessante notar que os setores ‘Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias’ e ‘Fabricação de outros equipamentos de transporte’ são considerados de médio potencial poluidor em sua fabricação, mas mesmo assim a regulação nesses setores é alta devido à contribuição da poluição atmosférica gerada pelo uso desses produtos. Entretanto, eles também se encontram no quarto quadrante,

o que está associado à propensão exportadora, atividades de P&D das subsidiárias estrangeiras e atendimento às exigências dos clientes, que muitas vezes esta relacionada à questão ambiental⁵⁴. Além disso, a atividade de ‘Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias’ é uma das indústrias que apresenta um dos maiores percentuais de firmas que utilizaram algum programa de apoio do governo relacionado às atividades de P&D (tabela 17 do anexo). Dessa forma, esses setores também são capazes de responder à regulação de maneira inovadora pelo fato de possuírem um sistema de geração de conhecimento que é específico e complexo (que envolve atividade de P&D e treinamento, fontes de financiamento, etc). Ou seja, são setores que apresentam economias de escala e barreiras à entrada em termos de conhecimento. Assim, eles são *drivers* de novas tecnologias por terem *links* com diversas outras indústrias.

III.2.3. Setores que realizam ‘RIA’ acima e ‘RGL’ abaixo da média

No quadrante de realização de RIA acima da média da indústria e enquadramento nas normas e regulamentações abaixo dessa média (quadrante 1) se encontram dois setores considerados de alto potencial poluidor. O setor de ‘Fabricação de celulose e outras pastas’ possui elevado potencial de emissão de carga orgânica enquanto a indústria de ‘Metalurgia de metais não ferrosos e fundição’ está associada à emissão potencial de poluentes do ar, inclusive dióxido de enxofre. De acordo com o quadro 2, o percentual de realização de IA dessas indústrias é maior que a média dos outros setores. No entanto, esses setores se encontram no quadrante onde a maioria das firmas declarou que suas inovações não buscaram se adaptar às normas

⁵⁴ Em comparação com outros setores, essas atividades apresentam um alto percentual de firmas que realizou cooperação vertical, evidenciando a importância da parceria com clientes e consumidores que, nesse caso, está associada à questão das IA.

e padrões do mercado. Assim, pode-se afirmar que existem outros determinantes que têm maior influência que as restrições impostas nessas indústrias e, por isso, faz-se necessário compreender o que motiva essas firmas a adotarem IA.

O setor de ‘Fabricação de celulose e outras pastas’ é caracterizado pela alta concentração de mercado, com firmas que apresentam uma elevada capacidade inovativa. Como consequência, a amostra de firmas para essa indústria é extremamente pequena (8 empresas, como pode ser visto na Tabela 17 em anexo), ou seja, o setor é caracterizado por empresas de porte muito grande e suas estratégias inovativas são baseadas principalmente nos esforços relacionados ao conhecimento⁵⁵, evidenciando uma busca por apropriação de tecnologia. Assim, o setor é composto por firmas pouco intensivas em mão-de-obra e elevado gasto em atividades relacionadas à P&D.

A indústria brasileira de ‘Fabricação de celulose e outras pastas’ possui vantagens competitivas relacionadas às etapas iniciais da cadeia produtiva, como plantação e logística, o que gera grandes vantagens nos custos de produção (ZUCOLOTO, 2004). Como essa atividade é altamente voltada ao mercado externo, as firmas se beneficiam desse cenário favorável para se tornarem mais competitivas internacionalmente. Por outro lado, é interessante notar que elas também buscam uma melhor performance competitiva através do aumento da qualidade dos seus produtos (tabela 17).

Em relação às estratégias de cooperação, as três empresas que estabeleceram algum tipo de parceria também introduziram IA (tabela 17 do anexo)⁵⁶. Do mesmo

⁵⁵ Todas as empresas da amostra relataram importância média ou alta para a intensidade do esforço, como pode ser visto na tabela 17 do anexo

⁵⁶ Segundo Zucoloto (2004), as firmas dessa indústria buscam parcerias com a Embrapa e com universidades para o desenvolvimento de projetos de biotecnologia com o objetivo de aumentar a produtividade através da plantação de eucaliptos mais resistentes e adequados a diferentes circunstâncias.

modo, as duas firmas que utilizaram algum programa de apoio do governo relacionado às atividades de P&D também geraram inovações que reduziram os danos ambientais.

Diante disso, percebe-se que o setor 'Fabricação de celulose e outras pastas' apresenta um conjunto de fatores que favorece a geração de IA. Entretanto, como a maioria das empresas declarou que a introdução de inovações não buscou se enquadrar às regras e normas referentes ao mercado interno ou externo, é possível argumentar que outros fatores tenham influenciado na adoção dessas IA.

Primeiramente, pode-se argumentar que o aparato regulatório sobre essa atividade é mal desenhado para uma indústria de alto potencial poluidor e, portanto, não é um dos determinantes mais relevantes para a adoção de IA. Por outro lado, diante da não influência e/ou ausência da regulação, é possível afirmar que as firmas desse ramo introduzem IA como forma de diferenciação frente às concorrentes por atuarem num mercado de grandes empresas multinacionais com altos níveis de produtividade e elevado padrão de qualidade. Assim, as firmas buscam certificados ambientais voluntários para a comprovação da introdução de IA nos seus produtos e processos, pois eles auxiliam na conquista de novos clientes, além de melhorar a imagem da empresa num mercado altamente competitivo. Assim, o fato do setor ser voltado para o mercado externo contribui para a implementação de IA, pois os clientes estrangeiros são mais rígidos quando se trata de questões ambientais. Além disso, vale ressaltar que a opinião pública influencia fortemente a adoção de IA e dos certificados voluntários, além de que a pressão dos agentes locais varia dependendo da localização da empresa, da relação desta com as instituições, do bioma específico na qual ela está inserida, etc, principalmente nesses setores poluidores e intensivos em recursos naturais.

Essa análise vai de acordo com os resultados de Campos e Ruiz (2008) na qual o foco da trajetória tecnológica do setor de ‘Fabricação de celulose e outras pastas’ é atender às exigências dos clientes e reduzir os impactos ambientais. Ou seja, os resultados do Quadro 2 corroboram as análises empíricas dos autores na medida em que eles também não encontram o enquadramento na regulação como foco da trajetória tecnológica do setor. É interessante notar que os resultados de Campos e Ruiz (2008) são referentes à inovação de maneira geral. Desse modo, pode-se afirmar que as inovações do setor de ‘Fabricação celulose e outras pastas’ estão se especializando nas questões ambientais⁵⁷.

No caso da ‘Metalurgia de metais não ferrosos e fundição’, também deve-se questionar a natureza do aparato regulatório para um setor poluidor, pois ele não aparece como um forte determinante das IA. Assim, uma hipótese é que as IA também são influenciadas pelo investimento em P&D característico do setor e à alta propensão exportadora, como havia sugerido (YOUNG et al., 2001). Além disso, esse é um setor que também apresenta uma relação entre a cooperação com diversos parceiros e a adoção de IA. Ou seja, assim como na fabricação de celulose e outras pastas, as firmas da indústria de ‘Metalurgia de metais não ferrosos e fundição’ introduzem IA como uma estratégia de diferenciação frente aos concorrentes com o objetivo de alcançar uma melhor inserção internacional onde a adoção de certificados ambientais voluntários se torna extremamente importante como estratégia competitiva.

⁵⁷ Vale lembrar que essa especialização já foi apontada por Correa *et al.* (2010). Com base nos dados da PINTEC 2005, os autores afirmam que as inovações tecnológicas parecem caminhar no sentido de minimizar impactos ambientais.

Por outro lado, é interessante notar que os setores de ‘Fabricação de produtos de madeira’ e ‘Fabricação de móveis’ também se encontram no quadrante de realização de IA acima da média da indústria e regulação abaixo. Esses setores são caracterizados por pequenas empresas que muitas vezes são de origem familiar. Além disso, são setores que não apresentam as atividades relacionadas à criação de conhecimento como principais fontes de inovação, ou seja, o esforço inovativo é voltado para a aquisição de máquinas e equipamentos. Diante disso, a hipótese sobre a introdução de IA por essas indústrias mais uma vez pode estar relacionada à questão da certificação voluntária. Essas indústrias sofrem pressões de consumidores ambientalmente conscientes nos mercados externos, especialmente na Europa e América do Norte, e diversas firmas já perceberam essa oportunidade de ampliação de mercado por meio de produtos identificados como mais sustentáveis até mesmo para os consumidores nacionais (MACQUEEN et. al, 2003). Essa tendência é reforçada pela pressão da opinião pública, que tem aumentado quando se trata de produtos de madeira que podem estar relacionados ao desmatamento⁵⁸. Por exemplo, segundo o Plano Nacional de Mudança do Clima, o Ministério do Meio Ambiente e a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo assinaram um protocolo de intenções para promover a produção, consumo e uso sustentável de produtos madeireiros oriundos da região amazônica. Por fim, deve-se ressaltar que esses dados podem estar superestimados, na medida em que existe um receio dos empresários desse ramo de não compensarem os danos ambientais dessas atividades em decorrência da grande ênfase que a questão da destruição das florestas tomou nos últimos anos.

⁵⁸ Esse cenário converge com as evidências de Diniz *et al.* (2010) que afirmam que uma das principais motivações para a geração de IA no setor madeireiro são a pressão das comunidades locais, das ONGs e pedidos de clientes.

III.2.4. Setores que realizam ‘RIA’ abaixo da média

Dos setores que fazem RIA abaixo da média, pode-se perceber que grande parte deles são atividades tradicionais, como bebidas, têxteis, vestuário e acessórios entre outros. Sendo assim, eles são compostos, em sua maioria, por firmas de pequeno e médio porte, com pouco valor agregado, baixa remuneração dos trabalhadores e pequena propensão exportadora. Além disso, o esforço inovativo é baseado na aquisição de máquinas e equipamentos, com baixa capacidade de investimento nas atividades relacionadas à geração de conhecimento e aprendizado. Nesses setores, a redução de custos é um dos principais objetivos da trajetória tecnológica. Essas características, aliadas ao fato dessas indústrias possuírem baixo potencial poluidor, sofrendo menor impacto da regulação ambiental e da pressão externa – são indústrias pouco voltadas ao mercado externo -, fazem com que as empresas desses setores tenham um percentual de geração de IA menor que a média da indústria de transformação.

As únicas indústrias com alto potencial poluidor que fazem RIA abaixo da média são ‘Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados’⁵⁹ e ‘Fabricação de artigos de borracha e plástico’. O fato dessas atividades apresentarem um percentual de empresas que realizou IA abaixo da média da indústria também está relacionada às características setoriais das indústrias tradicionais, que tem uma baixa media de gastos direcionados às atividades de geração de conhecimento.

⁵⁹ Segundo Pereira (1997), no processo produtivo do setor de ‘Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados’ são gerados efluentes líquidos com elevada carga poluidora e consideráveis volumes de resíduos sólidos. Além da carga orgânica, essa indústria gera uma significativa carga inorgânica decorrente do uso de produtos químicos no processo de curtimento.

Sobre as estratégias, é interessante notar que poucas empresas desses setores buscam parceiros para realizar atividades inovativas. Entretanto, das firmas que buscam essas parcerias, a maioria também gera IA. Essa relação se intensifica quando se trata de cooperação com agentes ligados à geração de conhecimento e os demais agentes que apresentaram relação com as IA no Capítulo II. Em relação à utilização de programas de apoio do governo relativos ao P&D, um número muito pequeno de firmas recorre a esse instrumento tanto para o setor de ‘Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados’ quanto para ‘Fabricação de artigos de borracha e plástico’. No entanto, existe uma forte relação desses instrumentos financeiros com a introdução de IA, como foi evidenciado no Capítulo II. Por exemplo, no setor de ‘Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados’, das 19 firmas que utilizaram algum desses programas, 17 introduziram inovações que reduziram os impactos ambientais.

Por outro lado, mais uma vez pode-se argumentar que o pequeno número de firmas que gerou IA nesses setores também está associado à hipótese que a regulação ambiental existente nessas indústrias é insuficiente ou é mal desenhada para induzir as firmas a gerarem inovações que reduzam os danos ambientais⁶⁰.

Diante disso, o que se percebe é que a necessidade de diminuir os impactos ambientais dessas atividades não converge com a questão da regulação ambiental e tampouco com as políticas de incentivos. Ou seja, mesmo que essas duas indústrias sejam caracterizadas como atividades de baixo potencial inovativo, elas apresentam

⁶⁰ Pereira (1997) afirma que desde a década de 80 existe uma norma para que as firmas do setor de ‘Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados’ encaminhem aos órgãos ambientais estaduais projetos de tratamento de efluentes nas respectivas plantas. Entretanto, a ineficiência dessa e de outras regulamentações ambientais a nível setorial sobre a padronização do tratamento de efluentes decorre da diversidade das empresas no que tange ao emprego de determinadas tecnologias, localização das firmas e layouts.

canais que podem ser explorados para a geração de IA. Uma alternativa é a utilização de incentivos financeiros, que poderiam ser melhor adaptados às especificidades setoriais e ambientais, estimulando a criação de IA compatíveis com o aprendizado e o conhecimento tácito existente nessas atividades. Dessa forma, a regulação ambiental não atuaria como um ‘chicote’ para a adoção de IA do tipo *end-of-pipe*, mas as firmas seriam capazes de responder a essas normas de uma maneira inovadora mais sustentável econômico e ambientalmente a longo prazo e compatível com as características individuais de cada agente.

Vale ressaltar que alguns setores que realizam relativamente pouca IA mas são altamente regulados são fornecedores especializados de outras indústrias, como ‘Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos’, ‘Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos’ e ‘Fabricação de máquinas e equipamentos’. Nesse caso, a regulação não está relacionada à questão ambiental, pois esses setores são de baixo potencial poluidor e, por isso, não necessitam de normas ambientais mais rígidas. Essas indústrias tampouco têm a necessidade de gerar muita IA em decorrência do baixo impacto ambiental das atividades produtivas. Por outro lado, a adaptação desses setores às normas e regulamentações do mercado é decorrente da padronização em âmbito mundial do produto dessas indústrias, que também são voltados ao mercado externo. Esses resultados também convergem com as análises de Campos e Ruiz (2008) onde o foco da trajetória tecnológica é o atendimento às exigências dos clientes e o enquadramento às normas reguladoras.

III.3. Conclusão

A análise econométrica corroborou alguns resultados do Capítulo II, enfatizando a relevância dos fatores relacionados à criação e difusão de conhecimento e aprendizado e fortalecimento das competências e capacitações das firmas para a geração de IA. Além disso, a análise do modelo permitiu verificar a importância dos elementos relacionadas à competitividade (redução de custo, ampliação do mercado e aumento da qualidade) quando se trata de inovações com redução do impacto ambiental. É interessante notar que a redução de custo apresentou um dos maiores coeficientes do modelo, o que sugere que a busca por eficiência produtiva está extremamente relacionada com as IA. Esse resultado converge com as evidências apontadas por Podcameni (2007) na qual a autora mostra uma relação indireta entre IA e ampliação e do mercado através da redução de custo e aumento da qualidade dos produtos.

A regulação apareceu como o grande destaque nos resultados do modelo apesar das críticas sobre sua capacidade induzir ou não a geração de IA. Mesmo que não seja possível saber se a IA induzida pela regulação é do tipo *end-of-pipe* ou *pollution-prevention*, o alto coeficiente dessa variável (0,7504) mostra que ela é o grande diferencial dos determinantes da IA em comparação com as inovações que não reduziram os impactos ambientais.

Com base nos resultados apresentados pelo modelo econométrico da centralidade do papel da regulação, o capítulo buscou aprofundar a análise das características setoriais para compreender melhor o processo de geração de IA. Pela análise da questão inovativa nas diferentes atividades da indústria de transformação, ficou claro que a diversidade inter-setorial não pode ser negligenciada. Apesar dos

processos inovativos dependerem fortemente das estratégias de cada firma e da capacidade de absorção de aprendizado e conhecimento das mesmas, existem características, oportunidades e trajetórias tecnológicas referentes aos setores específicos que também influenciam a introdução de inovações pelas firmas. Esses fatores se tornam ainda mais relevantes quando se analisa as inovações que reduzem os impactos ambientais, pois, nesse caso, a regulação aparece como um elemento extremamente importante para captar essas especificidades. Assim, as evidências do presente capítulo corroboraram a análise de Oltra (2008) na qual a autora afirma que os ‘regimes tecnológicos e ambientais’ moldam padrões setoriais de IA.

No geral, nos setores mais poluidores a regulação tem um papel central para influenciar a adoção de IA. Entretanto, dependendo das características e da capacidade inovativa de cada atividade, as firmas respondem com inovações do tipo *end-of-pipe* ou *pollution-prevention*. Ou seja, muitas vezes a regulação atua com um ‘chicote’ obrigando as firmas a introduzirem IA mesmo que sejam apenas tecnologias de fim de tubo e não modifiquem a essência do processo produtivo de forma que ela se torne mais sustentável.

Por outro lado, a regulação em alguns setores poluidores não aparece como um elemento determinante para as IA. Uma hipótese para esse cenário é em relação à ineficiência dessas normas e regulamentações. Muitas vezes elas são extremamente mal desenhadas e, por isso, quase nunca são realmente aplicadas, pois não se encaixam nas especificidades de determinada atividade. Ou então essas regulamentações existem, mas não são utilizadas em decorrência da ineficiência dos órgãos responsáveis por essa aplicação. É interessante ressaltar que essa ineficiência dos órgãos reguladores pode estar associada tanto à questão da qualificação do pessoal responsável por aplicar essas medidas quanto à existência de um conflito de

competências entre diversas instituições. Assim, uma proposta interessante para estudos futuros seria analisar profundamente os instrumentos regulatórios dos setores da indústria para que seja possível verificar de que forma esse aparato é desenhado em cada atividade e quais os obstáculos para a atuação eficiente dos mesmos.

Também deve-se enfatizar o papel dos certificados voluntários e sua relação com as IA em alguns setores que não apresentam a regulação como um dos principais determinantes dessas inovações⁶¹. Esses certificados são adotados pelas firmas para comprovar a utilização de processos e produtos que causam menos danos ao meio ambiente. Dessa maneira, as firmas são capazes de alcançar consumidores “verdes” através da diferenciação de seus produtos e processos. Ou seja, esses certificados atuam como uma regulação informal, pois as firmas e setores que têm boa tradição na questão dessas certificações utilizam esses papéis como um elemento para gerar uma vantagem competitiva. Sabe-se que essas certificações são extremamente relevantes para as firmas que atuam no mercado internacional. Entretanto, é interessante notar que esse tipo de diferenciação também tem sido adotada por firmas voltadas ao mercado interno, onde as questões ambientais ganharam força nos últimos anos.

Em relação aos setores poluidores que apresentaram um percentual de firmas que gerou IA abaixo da média da indústria de transformação, pode-se argumentar que a própria natureza de algumas dessas atividades é, por si só, de baixo potencial inovativo. Entretanto, sabe-se que esse baixo potencial é extremamente relativo, pois a estrutura industrial brasileira apresenta especificidades que fazem com que a real capacidade inovativa não seja captada de forma satisfatória pelos dados. Dessa forma, mesmo os setores tradicionais apresentam lacunas e oportunidades que podem ser aproveitadas para intensificar o processo de geração de inovação, principalmente as

⁶¹ Rehfeld *et al.* (2006) também aponta a importância das certificações ambientais para a geração de IA.

de caráter ambiental nos setores mais poluidores. Nesse sentido, seria interessante realizar uma análise no que tange às lacunas e obstáculos que essas firmas enfrentam para a introdução de IA. Uma alternativa seria verificar como é a questão do acesso ao financiamento para geração e difusão de conhecimento, além dos instrumentos de incentivos para estabelecer parcerias e buscar fontes de informação que sejam capazes de desenvolver inovações que utilizem tecnologias mais limpas. Assim, um canal seria o fortalecimento de arranjos produtivos locais com um viés sustentável para aumentar a capacidade de geração e difusão de IA.

Portanto, pode-se afirmar que não existe um elemento que seja o único determinante das IA, pois as firmas e setores possuem diversas outras características que contribuem de maneira sistêmica para a introdução dessas inovações. Ou seja, as IA não podem ser consideradas uma resposta direta para a regulação, pois as firmas possuem estratégias que evidenciam a possibilidade da geração de IA de maneira espontânea. Assim, muitas empresas introduzem IA como uma estratégia competitiva, se aproveitando das vantagens de se um *first mover*, ampliando mercados e aumentando o *market-share*, ou mesmo pela própria política da empresa de responsabilidade ambiental. Como enfatiza Frondel *et al.* (2004), não existe um instrumento ótimo para a geração de IA, pois seus resultados dependem da circunstância na qual ela será inserida. Por isso, deve-se priorizar num mix de instrumentos de políticas ambientais, sempre pensado em conjunto com as políticas tecnológicas. Nesse sentido, seria interessante que, no futuro, fossem disponibilizados dados mais desagregados sobre inovações que reduzem os impactos ambientais para que seja possível isolar as inovações motivadas especificamente pelas restrições ambientais e as de caráter espontâneo para verificar as diferenças nas estratégias das

firmas/setores que realmente apresentam uma mentalidade que enfatize a importância da preservação do meio ambiente.

CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou avançar no debate acerca das questões que envolvem a tecnologia e o meio ambiente com base na teoria Neo-Schumpeteriana sobre o processo sistêmico de geração de inovações, mudança tecnológica e paradigmas tecno-econômicos. Mais precisamente, o estudo teve como foco a análise dos determinantes das inovações que reduziram os impactos ambientais (inovações ambientais), pois elas têm o potencial de conciliar desenvolvimento econômico com preservação do meio ambiente.

Tomando como base os dados da PINTEC 2008 para as empresas inovadoras da indústria de transformação brasileira, o estudo analisou as características das firmas que adotaram inovações ambientais (IA) e os elementos capazes de influenciar esses agentes a introduzirem esse tipo de inovação, verificando a relação destas com as estratégias de cooperação, as atividades inovativas e a questão dos financiamentos.

Como esperado, os dados evidenciaram que a introdução de IA está relacionada com o tamanho da firma e com a origem estrangeira do capital. Em relação às estratégias e esforços inovativos, verificou-se que eles são baseados, principalmente, em elementos que têm pouca ou nenhuma relação com a introdução de IA. Por outro lado, os fatores relacionados à geração e difusão de conhecimento, aprendizado e fortalecimento das capacitações têm menor importância nas estratégias das firmas, mas apresentaram uma significativa relação com as IA. Assim, pode-se afirmar que esses fatores são mais importantes para a geração de IA que para inovações que não diminuem os danos no meio ambiente.

Esses resultados enfatizam que as estratégias das firmas não convergem com a necessidade de se avançar rumo a um desenvolvimento menos agressivo ao meio

ambiente. A informação gerada/adquirida só é capaz de se traduzir em um insumo para as IA no momento em que essa informação for traduzida em conhecimento, o que ocorre através das atividades relacionadas à P&D e treinamento. Assim, a estratégia defensiva da indústria brasileira de focar o esforço inovativo na aquisição de máquinas e equipamentos reflete um cenário apenas de modernização tecnológica ao invés da geração de inovações que possuam uma ampla base de conhecimento, capazes de gerar sinergias tanto na esfera produtiva quanto na ambiental. Desse modo, para que se caminhe rumo a um desenvolvimento mais sustentável, deve-se priorizar políticas que incentivem a adoção de esforços inovativos, atividades de cooperação e programas de apoio do governo que estão “à margem” das estratégias das firmas brasileiras.

O fato das IA estarem relacionadas com a questão do conhecimento e do fortalecimento das competências sugere que essas inovações se encontram na fronteira do conhecimento e, por isso, requerem capacidades específicas que as firmas não dominam completamente. Nesse sentido, Kemp e Soete (1990) afirmam que uma das dificuldades do desenvolvimento da IA é a falta de conhecimento e informação sobre essas tecnologias dentro das firmas e, por isso, elas procuram essas competências nas universidades e institutos relacionados à criação e fortalecimento dessas capacidades. No entanto, o fato de ser um conhecimento específico não significa que ele seja extremamente complexo, pois o aprendizado é uma nova combinação de conhecimentos e, portanto, a utilização deste depende da capacidade de absorção e das práticas e estruturas de cada firma. Assim, existem diversas janelas de oportunidades que as firmas brasileiras podem explorar através da difusão de conhecimento tácito adequado à realidade das mesmas. Desse modo, pode-se afirmar que a adoção de IA depende mais de fatores organizacionais que da falta de

conhecimento disponível no sistema como um todo (WILLIAMS, R. & MARKUSSON, N., 2002).

Com o objetivo de analisar os principais determinantes da IA de maneira mais ampla, o estudo desenvolveu um modelo econométrico inserindo variáveis relacionadas à questão do conhecimento e das capacitações, variáveis que remetem à questão da competitividade, além de elementos relacionados à adaptação às normas e regulamentações do mercado. Dessa forma, o modelo corroborou as análises descritivas e evidenciou o forte papel dos fatores relacionados à competitividade para determinar as IA. Além disso, a regulação apareceu como o principal determinante dessas inovações para a indústria de transformação como um todo, convergindo com a literatura no sentido em que esse fator é o principal diferencial dos determinantes da IA em relação às inovações de maneira geral.

Tomando como base a relevância da regulação para determinar as IA e sua importância na questão setorial, o estudo buscou verificar em que setores esse fator pode realmente ser considerado um dos principais determinantes da IA. Os resultados corroboraram a hipótese que regimes tecnológicos e ambientais moldam padrões setoriais de IA e, portanto, a regulação não pode ser considerada o principal determinante dessas inovações para todos os setores. A maioria dos setores poluidores são altamente regulados e são capazes de responder a essas normas de maneira inovadora. Outros têm a certificação ambiental e a busca por uma melhor inserção no mercado como importantes fatores na determinação dessas inovações. Os resultados também apontaram na direção da existência de alternativas para setores que geraram relativamente pouca IA e têm um alto potencial poluidor, na medida em que poderiam se aproveitar das especificidades setoriais e locais para desenvolver inovações

compatíveis com o dinamismo tecnológico dos mesmos, aproveitando o conhecimento já disponível.

Desse modo, pode-se afirmar que a geração de IA é setorialmente heterogênea e depende tanto da indução dessas inovações pela regulação quanto das características dos setores e da capacidade de resposta de cada firma, evidenciando o caráter amplo e sistêmico do processo inovativo. Nesse sentido, o fortalecimento das agências de proteção ambiental é essencial, mas os instrumentos regulatórios devem ser flexíveis para que as firmas possam se adaptar às normas da maneira mais eficiente possível.

Diante do que foi apresentado, pode-se afirmar que a geração de IA é necessária, mas não é suficiente para uma mudança estrutural rumo a um desenvolvimento mais sustentável. Uma mudança para um paradigma tecno-econômico “verde” requer transformações que vão além de mudanças incrementais na tecnologia (FREEMAN, 1996; FORAY & GRUBLER, 1996; WILLIAMS, R. & MARKUSSON, N., 2002), pois além da absorção e difusão desses conhecimentos, as políticas ambientais e tecnológicas devem ser convergentes e possibilitar um verdadeiro suporte para o desenvolvimento sustentável. Vale ressaltar que não se está negando a importância das IA de caráter incremental, mas as inovações radicais e tecnologias do tipo *pollution-prevention* têm o potencial de gerar um maior encaideamento no sistema econômico, social e ambiental.

Desse modo, as evidências apontadas no presente trabalho vão de acordo com as sugeridas por Freeman (1996), na qual as políticas ambientais deveriam incorporar a questão inovativa, direcionando programas para fortalecimento da cooperação das firmas com universidades, encorajando empresas a adquirirem certificações ambientais e concedendo incentivos para atividades de treinamento dentro das firmas para promover a qualificação dos trabalhadores.

Assim, um investimento em políticas de ciência e tecnologia voltadas para a esfera ambiental e um maior intercâmbio dos setores produtivos com a academia aumentaria as possibilidades da geração de inovações adaptadas às realidades locais, além de que um Sistema de Inovação desenhado em bases sustentáveis teria como foco o intercâmbio de tecnologias mais limpas que poderia auxiliar na composição de uma competitividade autêntica para os países em desenvolvimento. Nesse sentido, as políticas de fortalecimento dos arranjos produtivos locais que tenham como um dos objetivos a diminuição dos impactos ambientais seriam extremamente importantes na medida em que podem atender às especificidades locais que, normalmente, não são contempladas com políticas ambientais e tecnológicas mais amplas. Além disso, seria interessante facilitar o acesso a mecanismos de financiamento para pequenas e médias empresas em consonância com estímulos para o desenvolvimento de projetos que reduzam os impactos ambientais.

Por outro lado, para que essas mudanças sejam factíveis, elas devem incluir objetivos como a homogeneização social através da geração de emprego e renda, pois a reduzida capacidade inovativa e as heterogeneidades sociais e produtivas criam um ciclo vicioso que dificultam esses avanços. Por exemplo, de nada adianta a constante diminuição do nível de desmatamento na Amazônia se não se observa uma política integrada de conservação e desenvolvimento das comunidades que habitam a região, além de perdurar a existência de inúmeros conflitos rurais que envolvem a posse da terra na fronteira agrícola. Além disso, a esfera ambiental deve ser vista como uma alternativa de geração de renda e melhoria na qualidade de vida da população na medida em que sistemas de pagamento por serviços ambientais já são realidade ao redor do mundo e estão beneficiando quem conserva os recursos naturais.

Deve-se ressaltar que todas essas considerações rumo a um desenvolvimento

menos agressivo ao meio ambiente requerem uma atuação ativa do estado como um agente indutor dessas políticas mais amplas, direcionando recursos e incentivos, diminuindo os gargalos estruturais e dando um amplo suporte para que agentes privados se sintam mais seguros para investirem em projetos que se adaptem a esse novo paradigma. Alguns exemplos dessa atuação são políticas públicas que melhorem o acesso aos mercados de produtos e processos que utilizam tecnologias mais limpas, como diminuição dos impostos para esses tipos de produtos e incentivo à ampliação da demanda doméstica de produtos “verdes”. Extremamente importante também é a consolidação de uma base institucional eficiente capaz de assegurar a implementação de políticas voltadas a esse novo enfoque do desenvolvimento. Por sua vez, a capacitação aparece como um dos pontos chaves para a homogeneização social e o sucesso dessas políticas. Nesse caso, poderiam ser desenvolvidas políticas que dessem um maior suporte para projetos de treinamento nas firmas que apresentem uma maior responsabilidade sócio-ambiental.

Portanto, questão ambiental pode ser um elemento essencial no motor do desenvolvimento de países atrasados caso essa esfera seja vista como parte integrante de projetos mais amplos de inovação tecnológica e desenvolvimento econômico. Caso isso ocorra, as sinergias se multiplicam e as especificidades locais seriam melhor aproveitadas, resultando num processo mais integrado e consistente de desenvolvimento, conservação do meio ambiente e igualdade social.

Por fim, é importante lembrar que o estudo tem importantes limitações no que tange à utilização de uma única base de dados que não capta de forma satisfatória a capacidade inovativa da indústria brasileira e tampouco evidencia de maneira direta a questão ambiental dentro das firmas. Entretanto, pela utilização de dados inéditos relacionados à questão ambiental e inovativa das empresas, pode-se afirmar que o

presente trabalho buscou dar uma contribuição para o debate rumo a um desenvolvimento mais sustentável. Como essa discussão ainda é relativamente recente, faz-se necessário que sejam realizados outros estudos sobre os determinantes das IA, para que se possa compreender melhor a natureza desses fatores para elaborar políticas públicas que realmente influenciem os agentes a tornar os processos produtivos mais limpos.

ANEXO

Tabela 13: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA de acordo com a cooperação com cada parceiro

clientes ou consumidores	RIA	
	sim	não
alta a média	23,1%	21,6%
baixa e não relevante	27,7%	27,6%
total	50,8%	49,2%
universidades ou institutos de pesquisa	RIA	
	sim	não
alta a média	19,4%	10,0%
baixa e não relevante	31,4%	39,2%
total	50,8%	49,2%
centros de capacitação profissional e assistência técnica	RIA	
	sim	não
alta a média	16,2%	10,5%
baixa e não relevante	34,6%	38,7%
total	50,8%	49,2%
instituições de testes, ensaios e certificações	RIA	
	sim	não
alta a média	14,8%	8,6%
baixa e não relevante	36,0%	40,6%
total	50,8%	49,2%
fornecedores	RIA	
	sim	não
alta a média	31,5%	33,4%
baixa e não relevante	19,3%	15,8%
Total	50,8%	49,2%
concorrentes	RIA	
	sim	não
alta a média	9,4%	6,2%

baixa e não relevante	41,4%	43,0%
total	50,8%	49,2%
outra empresa do grupo	RIA	
	sim	não
alta a média	37,1%	22,2%
baixa e não relevante	20,4%	20,3%
total	57,5%	42,5%
empresas de consultoria	RIA	
	sim	não
alta a média	18,9%	10,6%
baixa e não relevante	31,9%	38,6%
total	50,8%	49,2%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Tabela 14: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA de acordo com a relevância da cooperação

clientes ou consumidores	RIA		
	sim	não	Total
alta a média	51,6%	48,4%	100%
baixa e não relevante	50,1%	49,9%	100%
total	50,8%	49,2%	100%
universidades ou institutos de pesquisa	RIA		
	sim	não	Total
alta a média	65,8%	34,2%	100%
baixa e não relevante	44,5%	55,5%	100%
total	50,8%	49,2%	100%
centros de capacitação profissional e assistência técnica	RIA		
	sim	não	Total
alta a média	60,7%	39,33%	100%
baixa e não relevante	47,1%	52,9%	100%
total	50,8%	49,2%	100%

instituições de testes, ensaios e certificações	RIA		
	sim	não	Total
alta a média	63,2%	36,3%	100%
baixa e não relevante	46,9%	53,1%	100%
total	50,8%	49,2%	100%
fornecedores	RIA		
	sim	não	Total
alta a média	48,5%	51,55%	100%
baixa e não relevante	54,9%	45,1%	100%
total	50,8%	49,2%	100%
concorrentes	RIA		
	sim	não	Total
alta a média	60,0%	40,0%	100%
baixa e não relevante	49,1%	50,9%	100%
total	50,8%	49,2%	100%
outra empresa do grupo	RIA		
	sim	não	Total
alta a média	62,6%	37,4%	100%
baixa e não relevante	50,1%	49,9%	100%
total	57,5%	42,5%	100%
empresas de consultoria	RIA		
	sim	não	Total
alta a média	64,0%	36,0%	100%
baixa e não relevante	45,2%	54,8%	100%
total	50,8%	49,2%	100%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Tabela 15: Comparação do percentual das firmas que realizaram ou não IA de acordo com a cooperação com cada parceiro

clientes ou consumidores	RIA	
	sim	não
alta a média	45,4%	43,9%
baixa e não relevante	54,6%	56,1%
total	100%	100%
universidades ou institutos de pesquisa	RIA	
	sim	não
alta a média	38,2%	20,4%
baixa e não relevante	61,8%	79,6%
total	100%	100%
centros de capacitação profissional e assistência técnica	RIA	
	sim	não
alta a média	31,9%	21,3%
baixa e não relevante	68,1%	78,7%
total	100%	100%
instituições de testes, ensaios e certificações	RIA	
	sim	não
alta a média	29,0%	17,4%
baixa e não relevante	70,9%	82,6%
total	100%	100%
fornecedores	RIA	
	sim	não
alta a média	62,0%	67,9%
baixa e não relevante	38,0%	32,1%
total	100%	100%
concorrentes	RIA	
	sim	não
alta a média	18,4%	12,6%
baixa e não relevante	81,6%	87,4%

total	100,00.	100,00.
outra empresa do grupo	RIA	
	sim	não
alta a média	64,5%	52,2%
baixa e não relevante	35,5%	47,8%
total	100%	100%
empresas de consultoria	RIA	
	sim	não
alta a média	37,1%	21,5%
baixa e não relevante	62,9%	78,5%
total	100%	100%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Tabela 16: Distribuição percentual das firmas que realizaram IA segundo o objeto de cooperação com cada parceiro

clientes ou consumidores	RIA	
	sim	não
P&D	9,44%	7,06%
Assistência técnica	9,77%	4,66%
Treinamento	9,11%	3,27%
Desenho industrial	4,23%	4,08%
Ensaio para teste de produto	14,18%	7,02%
Outras atividades de cooperação	9,37%	17,79%
total	56,11%	43,89%
universidades ou institutos de pesquisa	RIA	
	sim	não
P&D	19,95%	12,88%
Assistência técnica	4,99%	2,22%
Treinamento	8,13%	4,49%
Desenho industrial	2,66%	3,14%
Ensaio para teste de produto	16,11%	8,05%
Outras atividades de cooperação	10,08%	7,31%
total	61,91%	38,09%

centros de capacitação profissional e assistência técnica	RIA	
	sim	não
P&D	2,85%	6,55%
Assistência técnica	14,28%	8,79%
Treinamento	28,24%	15,91%
Desenho industrial	0,83%	2,03%
Ensaio para teste de produto	7,42%	3,12%
Outras atividades de cooperação	5,22%	4,76%
total	58,83%	41,17%
instituições de testes, ensaios e certificações	RIA	
	sim	não
P&D	11,12%	2,64%
Assistência técnica	10,06%	2,77%
Treinamento	10,35%	1,76%
Desenho industrial	1,30%	0,66%
Ensaio para teste de produto	27,51%	19,09%
Outras atividades de cooperação	9,06%	3,66%
total	69,41%	30,59%
fornecedores	RIA	
	sim	não
P&D	9,13%	7,02%
Assistência técnica	13,71%	10,21%
Treinamento	8,94%	9,52%
Desenho industrial	3,64%	5,03%
Ensaio para teste de produto	7,76%	7,00%
Outras atividades de cooperação	8,38%	9,67%
total	51,55%	48,45%
concorrentes	RIA	
	sim	não
P&D	18,00%	10,76%
Assistência técnica	6,71%	2,68%
Treinamento	3,19%	4,52%
Desenho industrial	1,44%	3,55%
Ensaio para teste de produto	2,39%	4,68%

Outras atividades de cooperação	18,12%	23,96%
total	49,86%	50,14%
outra empresa do grupo	RIA	
	sim	não
P&D	16,61%	9,25%
Assistência técnica	6,32%	5,13%
Treinamento	10,95%	5,89%
Desenho industrial	5,53%	3,42%
Ensaio para teste de produto	11,37%	5,25%
Outras atividades de cooperação	13,94%	6,35%
total	64,72%	35,28%
empresas de consultoria	RIA	
	sim	não
P&D	8,52%	8,27%
Assistência técnica	13,98%	4,00%
Treinamento	14,60%	7,30%
Desenho industrial	7,67%	3,10%
Ensaio para teste de produto	7,41%	4,28%
Outras atividades de cooperação	14,07%	6,81%
total	66,25%	33,75%

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

Tabela 17: Número de firmas e suas estratégias para setores selecionados

Fabricação de produtos de madeira				Fabricação de celulose e outras pastas			
	RIA				RIA		
RGL	não	sim	Total	RGL	não	sim	Total
não	52	28	80	não	3	3	6
sim	17	38	55	sim	0	2	2
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
NET	não	sim	Total	NET	não	sim	Total
não	65	58	123	não	3	2	5
sim	4	8	12	sim	0	3	3
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
coop_ag	não	sim	Total	coop_ag	não	sim	Total

não	66	63	129	não	3	2	5
sim	3	3	6	sim	0	3	3
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
coop_vert	não	sim	Total	coop_vert	não	sim	Total
não	66	61	127	não	3	2	5
sim	3	5	8	sim	0	3	3
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
intens_esf	não	sim	Total	intens_esf	não	sim	Total
não	22	18	40	não	0	0	0
sim	47	48	95	sim	3	5	8
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
maq equip	não	sim	Total	maq equip	não	sim	Total
não	10	18	28	não	0	2	2
sim	59	48	107	sim	3	3	6
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
Ap_gov	não	sim	Total	Ap_gov	não	sim	Total
não	67	64	131	não	3	3	6
sim	2	2	4	sim	0	2	2
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
ampl merc	não	sim	Total	ampl merc	não	sim	Total
não	21	6	27	não	1	3	4
sim	48	60	108	sim	2	2	4
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
custo	não	sim	Total	custo	não	sim	Total
não	32	18	50	não	2	2	4
sim	37	48	85	sim	1	3	4
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
al	não	sim	Total	Qual	não	sim	Total
não	20	10	30	não	1	1	2
sim	49	56	105	sim	2	4	6
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
origest	não	sim	Total	origest	não	sim	Total
não	67	66	133	não	2	4	6
sim	2	0	2	sim	1	1	2
total	69	66	135	total	3	5	8
	RIA				RIA		
origna	não	sim	Total	origna	não	sim	Total
não	2	0	2	não	1	1	2
sim	67	66	133	sim	2	4	6
total	69	66	135	total	3	5	8
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel				Metalurgia de metais não ferrosos e fundição			
	RIA				RIA		

RGL	não	sim	Total	RGL	não	sim	Total
não	57	23	80	não	35	11	46
sim	25	52	77	sim	9	32	41
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
NET	não	sim	Total	NET	não	sim	Total
não	71	60	131	não	40	32	72
sim	11	15	26	sim	4	11	15
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
coop_ag	não	sim	Total	coop_ag	não	sim	Total
não	76	65	141	não	43	33	76
sim	6	10	16	sim	1	10	11
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
coop_vert	não	sim	Total	coop_vert	não	sim	Total
não	71	60	131	não	42	34	76
sim	11	15	26	sim	2	9	11
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
intens_esf	não	sim	Total	intens_esf	não	sim	Total
não	22	14	36	não	12	8	20
sim	60	61	121	sim	32	35	67
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
maq equip	não	sim	Total	maq equip	não	sim	Total
não	15	17	32	não	12	9	21
sim	67	58	125	sim	32	34	66
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
Ap_gov	não	sim	Total	Ap_gov	não	sim	Total
não	82	68	150	não	41	37	78
sim	0	7	7	sim	3	6	9
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
ampl_merc	não	sim	Total	ampl_merc	não	sim	Total
não	24	8	32	não	14	6	20
sim	58	67	125	sim	30	37	67
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
custo	não	sim	Total	custo	não	sim	Total
não	43	21	64	não	20	13	33
sim	39	54	93	sim	24	30	54
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
Qual	não	sim	Total	Qual	não	sim	Total
não	18	7	25	não	12	8	20
sim	64	68	132	sim	32	35	67
total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
origest	não	sim	Total	origest	não	sim	Total
não	78	66	144	não	40	38	78
sim	4	9	13	sim	4	5	9

total	82	75	157	total	44	43	87
	RIA				RIA		
origna	não	sim	Total	origna	não	sim	Total
não	4	9	13	não	4	5	9
sim	78	66	144	sim	40	38	78
total	82	75	157	total	44	43	87
Fabricação de móveis				Fabricação de produtos químicos			
	RIA				RIA		
RGL	não	sim	Total	RGL	não	sim	Total
não	96	37	133	não	120	75	195
sim	32	86	118	sim	61	175	236
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
NET	não	sim	Total	NET	não	sim	Total
não	120	99	219	não	150	181	331
sim	8	24	32	sim	31	69	100
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
coop_ag	não	sim	Total	coop_ag	não	sim	Total
não	125	110	235	não	164	202	366
sim	3	13	16	sim	17	48	65
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
coop_vert	não	sim	Total	coop_vert	não	sim	Total
não	122	105	227	não	160	199	359
sim	6	18	24	sim	21	51	72
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
intens_esf	não	sim	Total	intens_esf	não	sim	Total
não	37	24	61	não	45	37	82
sim	91	99	190	sim	136	213	349
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
maq equip	não	sim	Total	maq equip	não	sim	Total
não	32	31	63	não	67	70	137
sim	96	92	188	sim	144	180	324
total	128	123	251	total	211	250	461
	RIA				RIA		
Ap gov	não	sim	Total	Ap gov	não	sim	Total
não	125	118	243	não	162	217	379
sim	3	5	8	sim	19	33	52
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
ampl_merc	não	sim	Total	ampl_merc	não	sim	Total
não	38	8	46	não	50	24	74
sim	90	115	205	sim	131	226	357
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
custo	não	sim	Total	custo	não	sim	Total
não	64	31	95	não	111	87	198

sim	64	92	156	sim	70	163	233
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
Qual	não	sim	Total	Qual	não	sim	Total
não	22	5	27	não	50	35	85
sim	106	118	224	sim	131	215	346
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
origest	não	sim	Total	origest	não	sim	Total
não	128	121	249	não	146	178	324
sim	0	2	2	sim	35	72	107
total	128	123	251	total	181	250	431
	RIA				RIA		
origna	não	sim	Total	origna	não	sim	Total
não	0	2	2	não	42	79	121
sim	128	121	249	sim	139	171	310
total	128	123	251	total	181	250	431
Produtos siderúrgicos				Fabricação de produtos de minerais não metálicos			
	RIA				RIA		
RGL	não	sim	Total	RGL	não	sim	Total
não	30	18	48	não	93	41	134
sim	17	34	51	sim	49	100	149
total	47	52	99	total	142	141	283
	RIA				RIA		
NET	não	sim	Total	NET	não	sim	Total
não	33	37	70	não	123	112	235
sim	14	15	29	sim	19	29	48
total	47	52	99	total	142	141	283
	RIA				RIA		
coop_ag	não	sim	Total	coop_ag	não	sim	Total
não	36	43	79	não	129	120	249
sim	11	9	20	sim	13	21	34
total	47	52	99	total	142	141	283
	RIA				RIA		
coop_vert	não	sim	Total	coop_vert	não	sim	Total
não	36	39	75	não	127	118	245
sim	11	13	24	sim	15	23	38
total	47	52	99	total	142	141	283
	RIA				RIA		
intens_esf	não	sim	Total	intens_esf	não	sim	Total
não	10	4	14	não	54	35	89
sim	37	48	85	sim	88	106	194
total	47	52	99	total	142	141	283
	RIA				RIA		
maq equip	não	sim	Total	maq equip	não	sim	Total
não	4	9	13	não	33	15	48
sim	43	43	86	sim	109	126	235
total	47	52	99	total	142	141	283
	RIA				RIA		
Ap_gov	não	sim	Total	Ap_gov	não	sim	Total

não	41	37	78	não	138	136	274
sim	3	6	9	sim	4	5	9
total	44	43	87	total	142	141	283
	RIA				RIA		
ampl_merc	não	sim	Total	ampl_merc	não	sim	Total
não	11	12	23	não	39	22	61
sim	36	40	76	sim	103	119	222
total	47	52	99	total	142	141	283
	RIA				RIA		
custo	não	sim	Total	custo	não	sim	Total
não	19	11	30	não	88	51	139
sim	28	41	69	sim	54	90	144
total	47	52	99	total	142	141	283
	RIA				RIA		
Qual	não	sim	Total	Qual	não	sim	Total
não	50	35	85	não	30	18	48
sim	131	215	346	sim	112	123	235
total	181	250	431	total	142	141	283
	RIA				RIA		
origest	não	sim	Total	origest	não	sim	Total
não	41	44	85	não	133	128	261
sim	6	8	14	sim	9	13	22
total	47	52	99	total	142	141	283
	RIA				RIA		
origna	não	sim	Total	origna	não	sim	Total
não	10	9	19	não	11	16	27
sim	37	43	80	sim	131	125	256
total	47	52	99	total	142	141	283
Fabricação de produtos de metal				Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias			
	RIA				RIA		
RGL	não	sim	Total	RGL	não	sim	Total
não	117	71	188	não	120	42	162
sim	116	132	248	sim	67	135	202
total	233	203	436	total	187	177	364
	RIA				RIA		
NET	não	sim	Total	NET	não	sim	Total
não	256	165	421	não	147	128	275
sim	37	38	75	sim	40	49	89
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		
coop_ag	não	sim	Total	coop_ag	não	sim	Total
não	274	181	455	não	172	144	316
sim	19	22	41	sim	15	33	48
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		
coop_vert	não	sim	Total	coop_vert	não	sim	Total
não	262	170	432	não	153	132	285
sim	31	33	64	sim	34	45	79
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		

intens_esf	não	sim	Total	intens_esf	não	sim	Total
não	77	29	106	não	46	16	62
sim	216	174	390	sim	141	161	302
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		
maq equip	não	sim	Total	maq equip	não	sim	Total
não	62	31	93	não	50	20	70
sim	231	172	403	sim	137	157	294
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		
Ap_gov	não	sim	Total	Ap_gov	não	sim	Total
não	288	191	479	não	174	144	318
sim	5	12	17	sim	13	33	46
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		
ampl_merc	não	sim	Total	ampl_merc	não	sim	Total
não	75	30	105	não	52	14	66
sim	218	173	391	sim	135	163	298
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		
custo	não	sim	Total	custo	não	sim	Total
não	141	36	177	não	99	43	142
sim	152	167	319	sim	88	134	222
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		
Qual	não	sim	Total	Qual	não	sim	Total
não	67	15	82	não	41	12	53
sim	226	188	414	sim	146	165	311
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		
origest	não	sim	Total	origest	não	sim	Total
não	276	184	460	não	147	125	272
sim	17	19	36	sim	40	52	92
total	293	203	496	total	187	177	364
	RIA				RIA		
origna	não	sim	Total	origna	não	sim	Total
não	24	24	48	não	43	64	107
sim	269	179	448	sim	144	113	257
total	293	203	496	total	187	177	364
Fabricação de outros equipamentos de transporte				Fabricação de artigos de borracha e plástico			
	RIA				RIA		
RGL	não	sim	Total	RGL	não	sim	Total
não	19	9	28	não	157	59	216
sim	18	24	42	sim	85	131	216
total	37	33	70	total	242	190	432
	RIA				RIA		
NET	não	sim	Total	NET	não	sim	Total
não	28	22	50	não	211	145	356
sim	9	11	20	sim	31	45	76
total	37	33	70	total	242	190	432

	RIA		Total		RIA		Total
coop_ag	não	sim		coop_ag	não	sim	
não	32	28	60	não	228	161	389
sim	5	5	10	sim	14	29	43
total	37	33	70	total	242	190	432
	RIA		Total		RIA		Total
coop_vert	não	sim		coop_vert	não	sim	
não	31	23	54	não	215	151	366
sim	6	10	16	sim	27	39	66
total	37	33	70	total	242	190	432
	RIA		Total		RIA		Total
intens_esf	não	sim		intens_esf	não	sim	
não	5	5	10	não	75	35	110
sim	35	28	63	sim	167	155	322
total	40	33	73	total	242	190	432
	RIA		Total		RIA		Total
maq equip	não	sim		maq equip	não	sim	
não	6	6	12	não	51	35	86
sim	31	27	58	sim	191	155	346
total	37	33	70	total	242	190	432
	RIA		Total		RIA		Total
Ap gov	não	sim		Ap gov	não	sim	
não	34	32	66	não	240	173	413
sim	3	1	4	sim	2	17	19
total	37	33	70	total	242	190	432
	RIA		Total		RIA		Total
ampl merc	não	sim		ampl merc	não	sim	
não	11	3	14	não	53	19	72
sim	26	30	56	sim	189	171	360
total	37	33	70	total	242	190	432
	RIA		Total		RIA		Total
custo	não	sim		custo	não	sim	
não	18	9	27	não	134	52	186
sim	19	24	43	sim	108	138	246
total	37	33	70	total	242	190	432
	RIA		Total		RIA		Total
Qual	não	sim		Qual	não	sim	
não	6	2	8	não	61	24	85
sim	31	31	62	sim	181	166	347
total	37	33	70	total	242	190	432
	RIA		Total		RIA		Total
origest	não	sim		origest	não	sim	
não	33	26	59	não	206	170	376
sim	4	7	11	sim	36	20	56
total	37	33	70	total	242	190	432
	RIA		Total		RIA		Total
origna	não	sim		origna	não	sim	
não	6	8	14	não	40	24	64
sim	31	25	56	sim	202	166	368
total	37	33	70	total	242	190	432

Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados			
	RIA		
RGL	não	sim	Total
não	105	36	141
sim	28	67	95
total	133	103	236
	RIA		
NET	não	sim	Total
não	126	77	203
sim	7	26	33
total	133	103	236
	RIA		
coop_ag	não	sim	Total
não	131	87	218
sim	2	16	18
total	133	103	236
	RIA		
coop_vert	não	sim	Total
não	128	84	212
sim	5	19	24
total	133	103	236
	RIA		
intens_esf	não	sim	Total
não	50	28	78
sim	83	75	158
total	133	103	236
	RIA		
maq equip	não	sim	Total
não	24	16	40
sim	109	87	196
total	133	103	236
	RIA		
Ap_gov	não	sim	Total
não	131	97	228
sim	2	6	8
total	133	103	236
	RIA		
ampl_merc	não	sim	Total
não	57	14	71
sim	76	89	165
total	133	103	236
	RIA		
custo	não	sim	Total
não	93	34	127
sim	40	69	109
total	133	103	236
	RIA		
Qual	não	sim	Total
não	51	14	65
sim	82	89	171

total	133	103	236
	RIA		
origest	não	sim	Total
não	130	100	230
sim	3	3	6
total	133	103	236
	RIA		
origina	não	sim	Total
não	4	3	7
sim	129	100	229
total	133	103	236

Nota (i): A variável 'Cooperação com demais agentes' (Coop_ag) é definida pelas perguntas 139, 140, 141 e 141.1 do questionário da PINTEC 2008 e diz respeito à cooperação com parceiros relacionados à criação de conhecimento e parceiros que apresentaram relação com as IA no Capítulo II (empresas de consultoria, universidades ou institutos de pesquisa, centros de capacitação profissional e assistência técnica e instituições de testes, ensaios e certificações).

Nota (ii): A variável 'Cooperação vertical' (Coop_vert) é definida pelas perguntas 135 e 136 e diz respeito à cooperação com clientes, consumidores e fornecedores.

Nota (iii): A variável 'Máquinas e equipamentos' (Maq equip) é baseada na pergunta 27 do questionário sobre a importância da aquisição de máquinas e equipamentos para a atividade inovativa da firma.

Fonte: Elaboração própria com base na PINTEC 2008

BIBLIOGRAFIA

- ARRAES, R. A. & DINIZ, M. B. (2003). *Meio Ambiente: competitividade industrial e divergências regionais*. Fortaleza. Revista Econômica do Nordeste, v. 34, no3, jul-set, 2003.
- ARUNDEL, A., KEMP, R. & PARTO, S. (2007). *Indicators for Environmental Innovation: what and how to measure*. In: International Handbook on Environment and Technology Management, edited by Marinova D., Annandale D. e Philimore J., Edward Elgar, Cheltenham, pp 324 – 339.
- AVELLAR, A.P., BRITTO, J. & STALLIVIERI, F. (2010). *Capacitação inovativa e produtividade na indústria brasileira: evidências da diversidade inter-setorial*. III Encontro da Associação Keynesiana Brasileira. 11 – 13 de agosto.
- BARCELLOS, F.C., OLIVEIRA, J.C. & CARVALHO, P.G. (2009). *Investimentos Ambiental em Indústrias Sujas e Intensivas em Recursos Naturais e Energia*. Revista Iberoamericana de Economia Ecológica. Vol. 12:33-50.
- BEZERRA, G.C.; BATISTA, P.C. & OLIVEIRA, L.G. (2009). *Regulamentação Ambiental, Inovação e Desempenho em Micros, Pequenas e Médias Empresas da Indústria Química*. XI Encontro Nacional e I Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Fortaleza, dezembro.
- BRITTO, J. (2004). *Cooperação Tecnológica e Esforços Inovativos na Indústria Brasileira: um estudo exploratório a partir da PINTEC*. Anais do XI Encontro Nacional de Economia Política da SEP, Uberlândia-MG, Junho.
- CAMPOS, B. & RUIZ, A. U. (2009). *Padrões Setoriais de Inovação na Indústria Brasileira*. Revista Brasileira de Inovação. Rio de Janeiro, 8 (1), p. 167 – 210.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. (2005) *Tecnoglobalismo e o papel dos esforços de P&D&I de multinacionais no mundo e no Brasil*. Parcerias Estratégicas, N. 20. pp. 1179-1200.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. (2008). *Discussing innovation and development: Converging points between the Latin American school and the Innovation Systems perspective?*, Globelics Working Papers Series, Working Paper 08-02.
- CASSIOLATO, J. E., PAGOLA, C. e LASTRES, H. M. M. (2009). *Technical change and structural inequalities: converging approaches about problems of underdevelopment*. In. Drechsler, W., Kattel, R e Reinert, E. Techno-Economic Paradigms: Essays in Honor of Carlota Perez.
- CASSIOLATO, J.E. & STALLIVIERI, F. (2010). *Indicadores de Inovação: dimensões relacionadas à aprendizagem*. In: Bases Conceituais em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação: implicações políticas no Brasil. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos,

Brasília – DF (2010).

CASSIOLATO, J.E. ; STALLIVIERI, F.; RAPINI, M.; PODCAMENI, M.G. (2008). *Indicadores de Inovação: uma análise crítica para os BRICS*. Researchpaper 02/08. Rio de Janeiro: Redesist, Instituto de Economia – UFRJ.

CASSIOLATO, J.E.& SZAPIRO, M. (2002). *Arranjos e Sistemas Produtivos e Inovativos Locais no Brasil*. In: Notas técnicas da fase II do Projeto “Proposição de políticas para a promoção de sistemas produtivos e inovativos locais de micro, pequenas e médias empresas brasileiras”. Rio de Janeiro: UFRJ, Redesist.

CEPAL (1989). *El Medio Ambiente como Factor de Desarrollo*. Estudios e Informes de la CEPAL. Serie No. 75, Santiago de Chile, Febrero 1989 Publicación de las Naciones Unidas.

_____, (1990). *Transformación productiva com equidad*. Santiago de Chile, marzo de 1990. Publicación de las Naciones Unidas.

_____, (1991). *El Desarrollo Sustentable: transformación productiva equidad y medio ambiente*. Libros de La CEPAL No. 31. Santiago de Chile, mayo de 1991.

DE MELO, G.C.& MITKIEWICZ, G. F. (2002). *Dispersão Atmosférica de Poluentes em um Complexo Industrial Siderúrgico*. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, Mexico, 23-31 Outubro.

DINIZ, M. J.; DINIZ, M. & JUNIOR, J. N. (2010). *A Introdução de Inovações (Ambientais) Afeta o Desempenho da Indústria ? Um estudo empírico para o Pólo Industrial de Manaus (2000-2006)*. V Encontro Nacional da ANPPAS, Florianópolis, outubro de 2010.

DOSI, G. (1982). *Technological Paradigms and Technological Trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*. Research Policy. v.11, n.3, p. 147 – 162, junho 1982.

_____, (1988). *Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation*. Journal of Economic Literature, 26, págs.1120-1171.

EDQUIST, C. (1999). *Innovation Policy – a systemic approach*. Incomplete draft of May 9, 1999. Department of Technology and Social Change, Linkoping University, Sweden.

ERBER, F. (2009). *The evolution of development conventions: an essay on the epistemology and political economy of development theory*. mimeo.

FAJNZYLBER, F. (1988); *Competitividad Internacional: Evolucion y Lecciones*; Revista de la CEPAL; n. 36; Santiago de Chile.

_____, (1990). *Industrialização da América Latina: da caixa preta ao conjunto vazio*. In: R. Bielschowsky (org.) *Cinquenta Anos de pensamento na CEPAL, vol.2* ,

CEPAL /COFECON, 2000

FERRAZ, C. & SEROA DA MOTA, R. (2001). *Regulação, Mercado ou Pressão Social? Os determinantes do investimento ambiental na indústria*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 29, 2001, Rio de Janeiro. *Anais*. Rio de Janeiro: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2001.

FORAY, D. e GRÜBLER, A. (1996). *Technology and the environment: an overview*. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 53, n. 1, p. 3-13, set. /1996.

FREEMAN, C. (1982). *Technological infrastructure and international competitiveness*. Draft paper submitted to the OECD ad hoc group on science, technology and competitiveness. OCDE.

_____, (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London : Pinter.

_____, (1995). *The 'National System of Innovation' in historical perspective*. *Cambridge Journal of Economics* vol. 19, 5-24.

_____, (1996). *The Greening of Thecnology and Models of Innovation*. *Technological Forecasting and Social Change* 53, 27-39.

FRONDEL, M., HORBACH, J. & RENNINGS, K. (2004). *What Triggers Environmental Management and Innovation? Empirical Evidence for Germany*. RWI Discussion Papers, n. 15.

FURTADO, C. (1961). *Desenvolvimento e Subdesenvolvimento*, Editora Fundo de Cultura.

_____, (1967). *Teoria e Política do Desenvolvimento Econômico*. Cia. Ed. Nacional, RJ.

_____, (1974). *O Mito do Desenvolvimento Econômico*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

GONÇAVES, E.; LEMOS, M.B. & DE NEGRI, J. (2007). *Determinantes do Esforço Inovador no Brasil*. *Anais do XXXV Encontro Nacional de Economia, ANPEC, Recife*.

GOVERNO FEDERAL, 2008. *Plano Nacional Sobre Mudança do Clima*. Decreto no. 6.263, 21 de novembro de 2007. Governo Federal, Brasília.

HETTIGE, H., MARTIN, P., SINGH, M., WHEELER, D. (1994). *IPPS - The industrial pollution projection system*. World Bank, dez./1994.

HORBACH, J. (2006). *Determinants of Environmental Innovation – New Evidence from German Panel Data Sources*. FEEM Working Paper, n. 13.2006

JAFFE, A.; NEWELL, R. e STAVINS, R. (2000). *Technological Change and the*

- Environment*. NBER Working Paper Series. Working paper no. 7970. Cambridge.
- JAFFE, A.; NEWELL, R. e STAVINS, R. (2004). *A tale of two market failures: Technology and environmental policy*. RFF Discussion Paper-04-38.
- KEMP, R., e SOETE, L. (1990). *Inside the 'Green Box': on the Economics of Technological Change and the Environment*. In: . FREEMAN, C. and SOETE, L. (eds.). *New Explorations in the Economics of Technological Change*. London: Pinter.
- KUNH, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*, 3ª edição. Chicago: The University of Chicago Press.
- KUPFER, D. & ROCHA, F. (2005). Determinantes Setoriais do Desempenho das Empresas Industriais Brasileiras. In: De Negri&Salerno (orgs), *Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras*. IPEA, 2005.
- LASTRES, H. M. M. & CASSIOLATO, J. E. (2006). *Inovação, Informação e Conhecimentos: a importância de distinguir o modo da moda*. DataGramZero - Revista de Ciência da Informação - v.7 n.1 fev/06.
- LUNDEVALL, B-Å. (1992). *National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter.
- LUSTOSA, M.C.J. (1999). *Inovação e meio ambiente no enfoque evolucionista: o caso das empresas paulistas*. In: XXVII ENCONTRO NACIONAL DA ANPEC. Belém-PA, 1999.
- MACULAN, A. M. *A Importância das Interações para a Inovação e a Busca por Indicadores*. In: Bases Conceituais em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação: implicações políticas no Brasil. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Brasília – DF (2010).
- Macqueen, D., M. Grieg-Gran, E. Lima, J. MacGregor, F. Merry, V. Prochnik, N. Scotland, R. Smeraldi, and C. Young. (2003). *Growing exports: The Brazilian tropical timber industry and international markets*. Small and Medium Enterprises (SME) Series. London, United Kingdom: International Institute fo Environment and Development.
- MAZZANTI, M. & ZOBOLI, R. (2006). *Examining the Factors Influencing Environmental Innovations*. FEEM Working Paper, n. 20.2006.
- NELSON, R. (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. New York, Oxford: Oxford University.
- OLTRA, V. (2008). *Environmental Innovation and Industrial Dynamics: the contributions of evolutionary economics*. DIME Working Papers on Environmental Innovation, n. 7, December, 2008.
- OLTRA, V. e SAINT JEAN, M. (2007). *Incrementalism of Environmental*

Innovations versus Paradigmatic Change: a comparative study of the automotive and chemical industries. 5th European Meeting on Applied Evolutionary Economics (EMAAE), 17-19 Maio, Manchester, UK.

OSLO manual (2005). *Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. 3rd. ed. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development - OECD: Statistical Office of the European Communities - Eurostat, 2005. 163 p.

PEREIRA, C.G. (1997). *Análise Preliminar de Indústrias do Setor Coureiro do Vale do Rio dos Sinos em Relação ao Gerenciamento Ambiental: estudo de casos em indústrias exportadoras*. Dissertação de Mestrado. Escola de Administração. Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PEREZ, C. (2009). *Technological revolutions and techno-economic paradigms*. TOC/TUT Working Paper no. 20. Working Papers in Technology Governance and Economic Dynamics, January. The Other Canon Foundation, Norway and Tallinn University of Technology, Tallinn.

PEREZ, C. & SOETE L. (1988). *Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity*. In G. Dosi et al. *Technical Change and Economic Theory*.

PINTEC 2008 (2010). *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica*. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 154 p. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2003/Pintec2003.pdf>>. Acesso em: jan. 2010.

PINTEC 2005. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica*. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 156 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2005/pintec2005.pdf>>. Acesso em: fev. 2011

PINTEC 2003. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica*. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 154 p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pintec/2003/pintec2003.pdf>>. Acesso em: fev. 2011.

PODCAMENI, M. G. B. (2007). *Meio ambiente, inovação e competitividade: uma análise da indústria de transformação brasileira com ênfase no setor de combustível*. Dissertação de mestrado, Instituto de economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

POCHMANN, M. & WOHLERS, M. (2008). *Principais Características da Inovação na Indústria de Transformação no Brasil*. IPEA. Comunicado da Presidência n.5, Brasília, Maio.

PORTER, M. e VAN DER LINDE, C. (1995). *Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship*. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4):97–118, 1995.

PREBISCH, R., (1949). *O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns dos seus principais problemas*. In: R. Bielschowsky (org.) *Cinquenta Anos de pensamento na CEPAL, vol.1* , CEPAL /COFECOM, 2000.

_____, (1973). *Transformação e desenvolvimento: a grande tarefa da América Latina*. Rio de Janeiro: Editora FGV.

PORTER, M. & VAN DER LINDE, C., (1995). *Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship*. *Journal Of Economic Perspectives*, v. 9, n. 4, pp. 97 – 118.

REHFELD, K.M., RENNINGS, K & ZIEGLER, A. (2007). *Integrated Product Policy and Environmental Product Innovations: An Empirical Analysis*. Centre for European Economic Research. Discussion Paper n. 04-71.

REINERT, E.S. (2007). *How Rich Countries Got Rich...and Why Poor Countries Stay Poor*. New York: Carroll & Graf Publishers (cap. 4)

STALLIVIERI, F. & SOUZA, G.J. (2008). *Processos de Aprendizagem e Cooperacao: uma análise exploratória da influencia sobre o desempenho inovativo*. *Economia Selecta*, Brasília (DF), v.9, n.4, p. 151-182, dezembro.

WILLIAMS, R. & MARKUSSON, N. (2002). *Knowledge and Environmental Innovations*. Paper for presentation at the first BLUEPRINT workshop 23rd - 24th January. Research Centre for Social Sciences. The University of Edinburgh.

YOUNG, C.E.F.& LUSTOSA, M.C.J. (2001). *Meio ambiente e competitividade da indústria brasileira*. In: *Revista de Economia Contemporânea*. Rio de Janeiro, v. 5, Ed. especial.

YOUNG, C.E.F.& LUSTOSA, M.C.J. (2003). *A Questão Ambiental no Esquema Centro-Periferia*. In: *Economia*. Niteroi, v.4, no 2.

YOUNG, C. E. F., LUSTOSA, M.C.J., ANDRADE PEREIRA, A. & ALMEIDA, J.C. (2001). *Comércio e meio ambiente*. Relatório de Pesquisa – REDIPEA. IE/UFRJ: Rio de Janeiro.

ZUCOLOTO, G. F. (2004). *Inovação Tecnológica na Indústria Brasileira: uma análise setorial*. Dissertação de mestrado, Faculdade de economia, administração e contabilidade, USP.