

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

Juliana Gonçalves Taveira

**P&D, Inovação e Produtividade na Indústria:
uma abordagem para o Brasil**

JUIZ DE FORA - MG
JUNHO DE 2016

Juliana Gonçalves Taveira

**P&D, Inovação e Produtividade na Indústria:
uma abordagem para o Brasil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Economia.
Área de concentração: Microeconomia Aplicada.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves
Coorientador: Prof. Dr. Ricardo da Silva Freguglia

JUIZ DE FORA - MG
JUNHO DE 2016

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Gonçalves Taveira, Juliana.

P&D, Inovação e Produtividade na Indústria : Uma abordagem para o Brasil / Juliana Gonçalves Taveira. -- 2016. 119 f.

Orientador: Eduardo Gonçalves

Coorientador: Ricardo da Silva Freguglia

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2016.

1. Inovação. 2. Produtividade. 3. P&D. 4. Indústria Brasileira. I.

Gonçalves, Eduardo, orient. II. da Silva Freguglia, Ricardo, coorient. III.

Título.

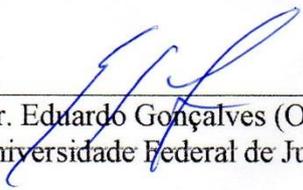
Juliana Gonçalves Taveira

**P&D, Inovação e Produtividade na Indústria:
uma abordagem para o Brasil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora
como requisito parcial para obtenção do título de
Doutora em Economia
Área de concentração: Microeconomia Aplicada.

Avaliada em: 17/06/2016

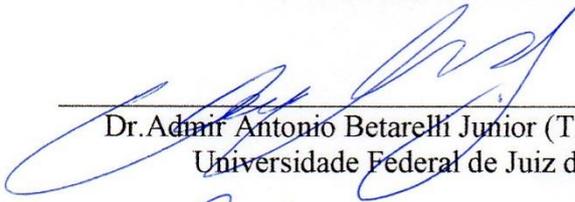
BANCA EXAMINADORA



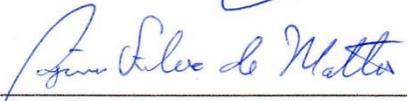
Dr. Eduardo Gonçalves (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora



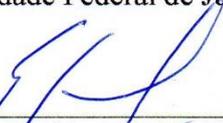
Dr. Ricardo da Silva Freguglia (Coorientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora



Dr. Admar Antonio Betarelli Junior (Titular interno)
Universidade Federal de Juiz de Fora



Dr. Rogério Silva de Mattos (Titular interno)
Universidade Federal de Juiz de Fora



Dr. Sérgio Kanhebley Junior (Titular externo)
Universidade de São Paulo/Campus Ribeirão Preto



Dr. Danilo Santa Cruz Coelho (Titular externo)
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor Eduardo Gonçalves, pela paciência, disponibilidade, perseverança e dedicação no decorrer não só desse trabalho, mas em toda a minha trajetória acadêmica. Sem seu apoio esse trabalho não seria possível.

Ao meu coorientador, professor Ricardo Freguglia, por todo empenho, atenção, paciência e persistência que tanto me ajudaram durante esses anos de UFJF.

A coordenação e secretaria de pós-graduação por sua dedicação e ajuda, em especial a Cida que sempre está disposta a ajudar.

A FAPEMIG, UFJF e a PPGE/UFJF pelo apoio financeiro e presença.

Ao IBGE, pela disponibilização dos dados, fundamentais a execução deste trabalho, e a toda equipe da sala de sigilo, em especial, Gláucia, Leandro e Luis Carlos por toda atenção e ajuda.

Aos amigos de PPGE/UFJF por todos os momentos de apoio, descontração e companheirismo.

Maria Viviana, Marcílio e Hilton obrigada pela amizade, carinho e suporte durante o doutorado e nessa nova fase em Governador Valadares.

Ao André e a Edcleia, por todo apoio, carinho e atenção durante esse tempo e em todas as minhas idas a Juiz de Fora, obrigada pela amizade e cuidado.

À amiga Luisa, que sempre esteve com a casa e os braços abertos em todas as minhas idas ao Rio de Janeiro, o que possibilitou esse trabalho. Obrigada pelo apoio e carinho sempre. À amiga Bruna, que também me acolheu quando precisei.

Às amigas Camila e Sylvia pela paciência, amizade e apoio.

À minha mãe, Rosangela, pelo apoio e dedicação incondicionais. Seu amor é base e motivo de tudo dar certo na minha vida. À minha irmã, Isabela, por todo amor e suporte. Vocês são as melhores, amo vocês!

À Ana Cláudia, André, Gabriela e Daniela, pela amizade, carinho e cuidado que vocês sempre têm comigo e por todo apoio e ajuda durante todo esse período de Juiz de Fora. Não há palavras para agradecer tudo que vocês fizeram e fazem por mim. Vocês são minha segunda família, amo vocês!

Resumo

A literatura aponta que a P&D e as medidas de capital humano seriam um dos principais insumos para a inovação. Além disso, é comprovada a importância desta sobre a produtividade e desenvolvimento. A partir de um modelo estrutural nos moldes do modelo CDM, esta tese analisa o impacto das atividades inovativas sobre a produtividade da firma industrial brasileira ao conectar o insumo da inovação, o produto da inovação e a performance econômica das empresas. Pretendeu-se ainda avaliar paralelamente duas medidas de insumo inovativo, o gasto interno com P&D e trabalhadores classificados como PoTec. Para tal, utilizar-se-á principalmente dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC), disponibilizada pelo IBGE, e de trabalhadores da RAIS, disponibilizada pelo MTE, para construção de um painel de dados. Do ponto de vista econométrico, submete-se esta base de dados ao método probit de efeitos aleatórios de Chamberlain, para a estimação da decisão de investir em pesquisa e da função de produção da inovação, estimador proposto pelo Wooldridge (1995) para correção do viés de seleção, dentro da estimação da equação de intensidade de gasto em P&D, e, por último, o método de efeitos fixos, para a estimação da função de produção da firma. Constata-se a importância de se inserir na análise o controle de efeitos não observados e de uma medida alternativa ao gasto em P&D, para se obter estimativas consistentes. Para o caso brasileiro, observa-se que a intensidade do gasto com trabalhadores PoTec afeta positivamente a probabilidade de inovar para o mercado e destaca-se a importância da inovação para o aumento da produtividade da indústria nacional.

Palavras chave: P&D, PoTec, inovação, produtividade e indústria.

Abstract

The following literature suggests that R&D and human capital measures are the main inputs for innovation. Furthermore, it is well established that innovation is fundamental for productivity and development. This study, from a structural model in line with the CDM model, analyzes the impact of innovative activities on the productivity of Brazilian industrial firms connecting innovation input, innovation output and firms' economic performance. This paper aims to evaluate two parallel measures of innovative input, internal R&D expenditure and workers classified as PoTec. For this purpose, mainly data from the Pesquisa de Inovação (PINTEC) will be used, which were released by the IBGE, and in regards to workers, RAIS data, provided by the MTE, in order to create panel data. From an econometric perspective, one can submit this database to Chamberlain's random effects probit model to estimate the decision to invest in research and innovation production function. For the R&D expenditure equation, one uses an estimator proposed by Wooldridge (1995) for selection bias correction, and finally, uses a fixed effects model for the estimation of the firm's production function. To provide consistent estimates, the importance of controlling unobserved effects and considering an alternative measure to R&D expenditure is noted. For Brazil, it can be observed that the intensity of PoTec workers positively affects the probability of innovation in the market and highlights the importance of innovation for increased productivity of the domestic industry. The results point to the importance of controlling unobserved effects and using alternative measures to R&D expenditure in order to provide consistent estimates. For Brazil, it can be observed that the extent PoTec workers positively affects the probability of leading to innovation in the market and it is important to highlight that innovation increases domestic industry productivity.

Keywords: R&D, PoTec, innovation, productivity and industry.

Índice de Quadros

	Página
Quadro 1: Grupos ocupacionais classificados como PoTec	67
Quadro 2: Descrição das variáveis utilizadas e sinais esperados na regressão	69

Índice de Tabelas

	Página
Tabela 1: Caracterização das firmas da indústria nacional no período de 2000-2011.	71
Tabela 2: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de gastos em P&D interno. Modelo completo.	78
Tabela 3: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de gastos em P&D interno. Modelo completo.	79
Tabela 4: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de PoTec. Modelo completo.	80
Tabela 5: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de PoTec. Modelo completo. Período: 2008.....	81
Tabela 6: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de gastos em P&D interno. Modelo restritivo. Período: 2003 e 2005.....	83
Tabela 7: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de gastos em P&D interno. Modelo restritivo. Período: 2008 e 2011.....	84
Tabela 8: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de PoTec. Modelo restritivo.....	85
Tabela 9: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de PoTec. Modelo restritivo.....	86
Tabela 10: Estimação da equação de inovação sendo a intensidade de P&D estimada com gastos em P&D interno. Modelo completo. Período: 2003, 2005, 2008 e 2011.	88
Tabela 11: Estimação da equação de inovação sendo a intensidade de P&D estimada com PoTec. Modelo Completo. Período: 2003, 2005 e 2008.	89
Tabela 12: Estimação da equação de inovação sendo a intensidade de P&D estimada com gastos em P&D interno. Modelo restritivo. Período: 2003, 2005, 2008 e 2011.....	91
Tabela 13: Estimação da equação de inovação sendo a intensidade de P&D estimada com PoTec. Modelo restritivo. Período: 2003, 2005 e 2008.....	92
Tabela 14: Estimação da função de produção com o estágio 1 sendo estimado com gasto em P&D interno. Modelo completo. Período: 2003, 2005, 2008 e 2011.	93
Tabela 15: Estimação da função de produção com o estágio 1 sendo estimado com PoTec. Modelo Completo. Período: 2003, 2005 e 2008.....	94
Tabela 16: Estimação da função de produção com o estágio 1 sendo estimado com gasto de P&D interno. Modelo restritivo. Período: 2003, 2005, 2008 e 2011.	94
Tabela 17: Estimação da função de produção com o estágio 1 sendo estimado com PoTec. Modelo restritivo. Período: 2003, 2005 e 2008.....	95
Tabela 18: Estimação das equações do estágio 1. Modelo Completo.	98
Tabela 19: Estimação das equações do estágio 1. Modelo Restritivo. Período: 2003 a 2008..	99
Tabela 20: Estimação da equação de inovação. Modelo Completo.	101
Tabela 21: Estimação da equação de inovação. Modelo Restritivo.	102
Tabela 22: Estimação da função de produção. Período: 2003 a 2008.....	104

SUMÁRIO

1.	Introdução.....	8
2.	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1.	Inovação.....	12
2.2.	Produtividade.....	21
2.3.	O modelo CDM (Crépon, Duguet e Mairesse - 1998) e extensões	26
2.3.1.	Resultados da Literatura Empírica	36
2.4.	O caso brasileiro	42
3.	ESTRATÉGIA EMPÍRICA	46
3.1.	Modelo proposto.....	48
3.2.	Modelos Econométricos	53
3.2.1.	Modelo Probit.....	54
3.2.2.	Heckman.....	57
3.2.3.	Método de efeitos fixos	61
4.	DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS	62
4.1.	PINTEC	63
4.2.	Rais Migra	66
4.3.	Estatísticas Descritivas	70
5.	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	74
5.1.	Resultados para as <i>cross-section</i>	76
5.1.1.	Esforços de pesquisa: insumo de inovação.....	76
5.1.2.	Resultado de Inovação.....	87
5.1.3.	Função de produção.....	93
5.2.	Resultado para o painel.....	96
5.2.1.	Esforços de pesquisa: insumo de inovação.....	96
5.2.2.	Produto da Inovação	100
5.2.3.	Função de produção.....	103
6.	CONCLUSÃO.....	105
	Referências	109

1. INTRODUÇÃO

A capacidade de inovar é um fator determinante da competitividade das empresas e constitui uma das principais causas de bem-estar econômico e social (ARUNDEL *et al.*, 1997). As inovações ampliam o dinamismo das firmas num processo contínuo de desenvolvimento tecnológico (SCHUMPETER, 1934) sendo reconhecidamente uma das maiores fontes de crescimento econômico (DIETZENBACHER e LOS, 2002). Dessa forma, a fim de manter os níveis de atividade inovativa, a firma deve investir em fatores que elevem sua capacidade de inovação, entre eles, atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), contratação de trabalhadores habilidosos e equipamentos de alta tecnologia (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006).

Pode-se dividir esse processo, portanto, em três etapas: a invenção, a inovação e a difusão (SCHUMPETER, 1942). Enquanto a primeira constitui o momento em que a pesquisa gera uma nova combinação de fatores com um resultado acima do limite de utilidade e de valor (FABRIZIO, 2009), a inovação estaria ligada à comercialização de novos produtos ou implementação de um novo processo (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006). Na difusão, o conhecimento gerado por uma região ou empresa contribui para o processo de inovação de outras (BASCAVUSOGLU, 2004).

A inovação pode ser medida a partir de seus insumos, ou seja, dos esforços feitos pela firma a fim de gerar novos produtos, novas formas de produzir ou novas formas eficientes de gerenciar o negócio e conquistar novos mercados; ou a partir de seus resultados, que são os novos produtos ou processos que de forma bem sucedida geram maiores lucros ou maior eficiência. Enquanto, do lado do insumo, utiliza-se como principal medida a P&D, como resultado pode-se distinguir quatro tipos de inovação: de produto, de processo, organizacional e de *marketing* (MOHNEN e HALL, 2013).

Embora o montante de gastos de P&D seja, em muitos estudos, usado para medir a própria atividade inovadora dentro da firma, a implementação da P&D, por ser uma medida de insumo, não garante a descoberta e comercialização de um produto e/ou processo substancialmente modificado ou novo, apesar de ser reconhecidamente um dos principais determinantes da inovação (FLOR e OLTRA, 2004; BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006, GRILICHES, 1986). De tal modo, o uso de dados obtidos por meio de pesquisas que partem do *Community Innovation Survey* (CIS) permite uma maneira mais direta de mensurar

o produto da inovação, sendo cada vez mais utilizadas. Nestas pesquisas, a inovação pode ser medida a partir da resposta da empresa que afirma ter realizado inovação ou não.

As atividades inovadoras envolvem o uso, a aplicação e a transformação de conhecimento científico e tecnológico na solução de problemas práticos (FISCHER e VARGA, 2003). Assim, a experiência e o estoque de conhecimento influenciam o desempenho inovador (FABRIZIO, 2009), uma vez que o processo de aprendizado surgiria a partir da experiência dentro do processo produtivo (ARROW, 1962). Pode-se apontar, portanto, três aspectos básicos da inovação: envolve diversas interações e *feedbacks* na criação do conhecimento; utiliza múltiplos insumos; e relaciona a solução de um problema dentro de um processo já existente, ao invés de envolver somente o surgimento de algo inteiramente novo (KLINE e ROSENBERG, 1986).

Neste contexto, uma das principais formas utilizadas para entender o processo inovador é por meio de uma função de produção, na qual a inovação é o produto e o capital humano e esforços de pesquisa (P&D) são insumos dentro do processo inovativo, a chamada função de produção do conhecimento (GRILICHES, 1979; COE e HELPMAN, 1995). A partir dela, têm-se a inovação como resultado de um processo de formação e aplicação do conhecimento tecnológico.

A inovação depende ainda de colaboração e aprendizado interativo (SMITH, 2005) os quais irão ampliar o conhecimento da firma. Adicionalmente, sob a condição de incerteza que caracteriza esse processo, a inovação seria determinada por uma série de fatores organizacionais (ROTHWELL *et al.*, 1974), entre eles, a possibilidade de proteção da inovação (MAIRESSE e ROBIN, 2012) e tamanho da firma (FREEMAN e SOETE, 1997), e estruturais, como o setor de atividade a que a firma pertence (MOLERO e GARCÍA, 2008).

O estudo do processo inovativo se torna importante, dado seu efeito sobre o crescimento e a produtividade das empresas, a qual determinará a permanência (SYVERSON, 2011) e a competitividade da firma no mercado. O impacto da inovação sobre a performance das empresas ocorre por diferentes mecanismos, dependendo do tipo de resultado inovativo. Introduzir novos produtos, por exemplo, cria uma nova demanda, o que gera economia de escala para a firma, que passa a ter uma maior produção ou melhora de sua produtividade.

A magnitude da influência desse novo produto dependerá, contudo, do grau de “novidade” deste. A inovação, cujo grau de novidade ocorre somente para a firma, é considerada por alguns autores como imitação e, assim, impactaria menos na performance da empresa, se comparada a um produto ou processo novo para o mercado (MOHNEN e HALL, 2013). Entretanto, tanto a imitação de uma tecnologia existente quanto o crescimento do investimento em atividades voltadas para a inovação explicam o desenvolvimento econômico (FAGERBERG, 1988). A inovação de processo, por sua vez, aumenta a produtividade ao criar uma forma mais eficiente de produzir (MOHNEN e HALL, 2013).

O primeiro a traçar essa relação entre inovação e produtividade foi Griliches (1979) que propôs uma função de produção, na qual, partindo do pressuposto de que toda P&D gera uma inovação, medir-se-ia a contribuição da P&D e do transbordamento de conhecimento sobre o crescimento da produtividade. Contudo, como esta relação direta entre P&D e inovação muitas vezes não ocorre, Crépon, Duguet e Mairesse (1998) introduziram um modelo estrutural chamado CDM que relaciona insumo da inovação, seu produto e a produtividade da firma. Este modelo tem sido muito utilizado na literatura em aplicações que utilizam pesquisas CIS.

Mantendo a estrutura proposta por Griliches (1979), o modelo CDM engloba tanto os determinantes da pesquisa e da inovação quanto o efeito destas sobre a produção da empresa, além de, em sua modelagem, utilizar métodos de estimação apropriados na presença de seletividade amostral e endogeneidade. A primeira estaria presente no modelo, uma vez que só se observa o gasto com insumo de inovação para as firmas que declaram realizar pesquisa inovativa, o que torna as estimativas inconsistentes caso essa omissão não seja considerada. A endogeneidade, por sua vez, está ligada ao fato de que P&D determina e é determinado pela inovação, ao mesmo tempo em que firmas mais produtivas realizam mais inovação e firmas mais inovativas são mais produtivas. Ao não se considerar essa simultaneidade, os parâmetros estariam enviesados.

Os estudos que aplicam o modelo CDM, em sua primeira etapa, verificam os determinantes do investimento em P&D, condicionados à escolha da firma em realizar pesquisa. Em seguida, estimam-se os efeitos do investimento em P&D sobre o resultado de inovação e a influência deste sobre a produtividade. Contudo, esta não seria a melhor medida de insumo dentro do processo de inovação, uma vez que algumas vezes a firma declara não

realizar P&D mesmo a tendo realizado (HUNTER, WEBSTER e WYATT, 2012) ou se recusa a informar o verdadeiro valor em gastos nessa atividade (KOH e REEB, 2015). Além disso, enquanto a maioria das informações sobre o processo inovativo dentro das pesquisas CIS se refere aos três últimos anos, o dispêndio em P&D declarado pela empresa engloba apenas o ano final da pesquisa. Essa diferença de medida traria viés nas estimativas.

O presente estudo se insere neste contexto ao aplicar um modelo na estrutura do CDM para a realidade da indústria brasileira. Tendo em vista essas limitações inerentes a escolha da variável de gasto em P&D interno como medida de insumo de inovação, utiliza-se como medida alternativa de insumo a variável estoque de pessoal técnico-científico, PoTec. Tal variável, além de estar altamente correlacionada ao gasto interno e externo em P&D realizado pela firma, considera intrinsecamente na análise o conhecimento tácito incorporado nos trabalhadores. Isso se mostra importante dado que quase todo conhecimento válido dentro do processo inovativo possui natureza tácita (SONG, ALMEIDA e WU, 2003), o qual a maioria dos estudos desconsidera (ARUNDEL *et al.*, 1997).

Dadas as diferenças tecnológicas entre os países, deve-se levar em conta as particularidades observadas nos países em desenvolvimento quando se pretende analisar conhecimento, inovação e aprendizado (AROCENA e SUTZ, 2003). Assim, pretendeu-se, a partir da abordagem CDM, estimar para o Brasil, a relação entre P&D, inovação e produtividade.

Além de trazer novas evidências para o caso brasileiro aplicando uma metodologia pouco utilizada para a realidade nacional, a presente tese amplia metodologicamente a análise ao aplicar o modelo para dados em painel, sendo até o conhecimento dos autores, o primeiro a fazê-lo para dados nacionais. Adicionalmente, faz-se a análise da evolução dessas relações no decorrer dos períodos. Cabe mencionar que a maioria dos trabalhos que aplicam esse modelo estrutural utilizam uma base de dados em *cross-section* e não controlam para a heterogeneidade não observada da firma. Pretendeu-se, portanto, determinar o quanto o investimento em P&D impacta a inovação para o mercado e o quanto esta afeta a produtividade das firmas industriais brasileiras.

Especificamente, deseja-se verificar: 1) os determinantes do gasto em P&D interno e pessoal em ocupações técnico-científicas; 2) os determinantes da inovação nova para o mercado; 3) o impacto da inovação para o mercado sobre a produtividade das firmas

industriais; e 4) e, ao considerar a evolução temporal, verificar se as estimativas do modelo que utilizam a variável de PoTec se mostram diferentes das que utilizam P&D.

Além da presente introdução, o trabalho está dividido em mais 4 capítulos. O capítulo dois apresenta uma revisão da literatura existente sobre o tema, a qual é dividida entre literatura teórica sobre inovação e produtividade, e apresentação dos trabalhos empíricos que aplicam o modelo CDM para explicar a relação entre inovação e performance da firma. O terceiro capítulo corresponde a exposição da estratégia empírica escolhida, modelo CDM, com a descrição das equações e métodos de estimação utilizados dentro desta modelagem. O capítulo quatro apresenta as bases de dados utilizadas, junto com uma descrição estatísticas destas. No quinto capítulo, descreve-se os principais resultados encontrados, dividindo-se os resultados obtidos para cada triênio, dentro da estrutura de *cross-section*, e para o período, a partir do painel de dados. Por fim, apresentam-se as principais conclusões obtidas no trabalho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Inovação

A tecnologia é caracterizada por diversos graus de apropriabilidade, de incerteza técnica e de resultados comerciais dos esforços de inovação (SILVERBERG, DOSI e ORSENIGO, 1988). Em função das diversas condições citadas acima, é comum esperar que o ambiente econômico seja caracterizado por uma população heterogênea de firmas, na qual assimetrias tecnológicas ou gaps tecnológicos são comuns (DOSI, 1988). Estas estariam relacionadas às diferentes capacidades técnicas de inovar, aos graus de sucesso em utilizar eficientemente as inovações tecnológicas desenvolvidos em outras firmas e aos diferentes custos de produção (SILVERBERG, DOSI e ORSENIGO, 1988).

A fim de reduzir essa diferença técnica, as firmas, encorajam atividades de P&D, contratam trabalhadores qualificados e experientes, e adquirem equipamentos de alta tecnologia (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006; GRILICHES, 1988; ROMER, 1990). Neste contexto, o desenvolvimento de atividades inovadoras, vão envolver o uso, a aplicação

e a transformação de conhecimento científico e tecnológico (FISCHER e VARGA, 2003; ROSENKOPF e ALMEIDA, 2003).

O conhecimento tecnológico gerado pela pesquisa realizada pela firma possui características de bens públicos, sendo não-rival e parcialmente excludente, o que significa que a existência de esforços de pesquisa em outras empresas permite que uma dada firma obtenha resultados com menores esforços (JAFFE, 1986). A partir daí, a não rivalidade implica que o mesmo conhecimento pode ser utilizado várias vezes e de formas diferentes sem reduzir seu valor, ao mesmo tempo em que o aspecto da não exclusividade permite a ocorrência dos transbordamentos (FISCHER e VARGA, 2003).

Contudo, o conhecimento externo à firma não é livre e nem facilmente absorvido por ela mesmo estando em domínio público e, assim, não é igualmente absorvido por todas as empresas (FABRIZIO, 2009). Essa tecnologia externa à firma pode estar incorporada em insumos intermediários, bens de capital ou pessoas, ou ser comprada ou vendida em sua forma desincorporada (MENDI, 2007). A forma desincorporada se refere à transmissão de ideias e conhecimento (CASSIMAN e VEUGELERS, 2000).

O processo inovativo envolve, portanto, o uso de informação com diversos graus de carácter público e universalidade, havendo necessidade de complementar esse conhecimento público com o tácito, aquele conhecimento adquirido pelo indivíduo e impossível de codificar, que os detentores não conseguem articular (DOSI, 1988). Incluem-se ainda, neste processo de formação de conhecimento para inovação, atividades baseadas na ciência e em outras tecnologias (FREEMAN e SOETE, 1997). De tal modo, a tecnologia e a inovação constituem tipos específicos de conhecimento (PAVITT, 2005), podendo ser qualificados de acordo com sua base de conhecimento (*knowledge base*) dentro do processo inovativo (WINTER, 1984).

Considerando a absorção do conhecimento, sua aplicação e a geração da inovação, Schumpeter (1942) divide o processo inovativo em três etapas: a invenção, a inovação e a difusão. A primeira constituiria o primeiro passo do processo inovativo abrangendo a pesquisa básica e a geração de novas ideias. A pesquisa gerará uma invenção quando uma nova combinação de fatores fornece um resultado acima do nível limite de utilidade e de valor (FABRIZIO, 2009). Já no estágio de difusão, novos produtos e processos se espalhariam pelo mercado potencial à medida que o conhecimento gerado por uma região ou

empresa contribui para o processo de inovação de outras, através dos denominados fluxos de conhecimento (BASCAVUSOGLU, 2004).

A inovação, por sua vez, ao ser separada da invenção e difusão, estaria limitada à comercialização de novos produtos ou implementação de um novo processo (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006), apesar de incluir outros aspectos além da inovação tecnológica (SCHUMPETER, 1942). Tradicionalmente, portanto, a difusão, aliada à invenção de uma nova ideia e a sua comercialização (inovação), formam os três pilares nos quais a introdução de um novo produto, processo ou prática se sustenta (HALL, 2005).

Assim, relacionada à pesquisa aplicada, a inovação abrangeria o desenvolvimento de novas ideias em produtos e processos comercializáveis, sendo definida como a formação de novos produtos ou a produção sendo realizada de uma forma nova (SCHUMPETER, 1947). A inovação seria, portanto, caracterizada como um processo contínuo envolvendo múltiplos insumos em diversas interações e feedbacks, durante a criação do conhecimento (KLINE e ROSENBERG, 1986).

A partir dessa definição algumas categorizações são possíveis. Schumpeter (1942) dividiu as inovações em 5 tipos: novos produtos, novos métodos de produção, novas fontes de abastecimento, exploração de novos mercados e novas formas de organizar os negócios. Apesar de a maior parte dos estudos focar nos dois primeiros, a geração e incorporação do conhecimento externo seriam importantes para todo tipo de inovação.

Neste contexto, Schmookler (1966) define como “tecnologia de produto” aquele conhecimento associado à forma de criar ou melhorar produtos, e como “tecnologia de produção” aquele relacionado à produção destes. Surge assim, os termos “inovação de produto” e “inovação de processo” usados para caracterizar, respectivamente, o surgimento de produtos e serviços novos ou melhorados, e melhorias nas formas de produzi-los.

Outra forma de classificar as inovações é em relação ao seu impacto, ou seja, o quão radical, ou distante, elas seriam, em relação a tecnologia já existente (FREEMAN e SOETE, 1997). Sendo assim, as inovações se dividiriam entre incrementais, as quais se referem a melhorias marginais em uma tecnologia já existente, e radicais, as ligadas a uma tecnologia inteiramente nova. Apesar de Schumpeter (1942) acreditar que esta última seria de maior importância, Lundvall (1992) aponta que o impacto cumulativo das inovações incrementais é tão relevante quanto, e que não é possível ignorar seu efeito sobre as mudanças sociais e

econômicas de longo prazo. Adicionalmente, a maior parte das firmas inova melhorando produtos já existentes (ACS e AUDRETSCH, 1990). Sendo assim, inovações para o mercado teriam, portanto, um caráter mais radical uma vez que incorporam uma tecnologia nova para a firma.

Em termos de mensuração, muitos estudos medem o envolvimento com inovação por meio do montante de P&D ou a partir do número de patentes existentes em cada firma ou região. Contudo, dadas suas particularidades, deve-se tomar cuidado com a forma de se mensurar o processo. Tomando como base a separação entre inovação e invenção proposta por Schumpeter (1942), por exemplo, o nível de patentes estaria mais próximo de uma medida de invenção do que de inovação (FLOR e OLTRA, 2004; OECD, 1997) por incluir invenções não comercializáveis. Assim, esta medida superestimaria o produto da inovação (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006).

O P&D, por sua vez, se refere atividades desenvolvidas de forma sistemática a fim de se descobrir novas aplicações para o conhecimento gerado, subestimaria o fenômeno, pois se constituiria em insumo da inovação. Assim sendo, não necessariamente possui como resultado um produto e/ou processo substancialmente modificado ou novo (FLOR e OLTRA, 2004; BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006, GRILICHES, 1986), ou seja, o investimento em P&D nem sempre gera uma inovação.

Segundo Arundel *et al.* (1997), a utilização apenas de indicadores de gasto com P&D restringem a análise da inovação ao investimento de um número limitado de atividades inovativas. Além disso, contrariando a definição de inovação, a P&D industrial não é necessariamente planejado, organizado ou até contínuo devido a muitas vezes inexistir um departamento dedicado a pesquisa (SANTARELLI e STERLACCHINI, 1990) ou um orçamento específico para este (GAULT e VON HIPPEL, 2009). Outro problema surge do fato de as firmas, por motivos estratégicos, declararem algumas vezes que não realizam P&D (HUNTER, WEBSTER e WYATT, 2012) ou se recusarem a informar o valor gastos nessa atividade (KOH e REEB, 2015). Tal estratégia muitas vezes está ligada à tentativa de obter maior crédito para essas atividades (HALL e VAN REENEN, 2001).

Contudo, a P&D interno é reconhecido como um dos principais determinantes da inovação, uma vez que pode possuir várias funções, entre elas, pesquisa básica ou fundamental, com o objetivo de entender questões fundamentais, ou pesquisa aplicada ao

desenvolvimento de soluções de problemas práticos (FORAY, 2004). Becheikh, Landry e Amara (2006) destacam que aproximadamente 80% dos estudos encontram uma relação positiva e significativa entre as duas variáveis, sendo o investimento em P&D um dos principais recursos utilizados pelas firmas para realizar pesquisa tecnológica (ROSENBERG, 1984).

A inovação pode, portanto, ser medida a partir de seu insumo, ou seja, medida pelo esforço feito pela firma a fim de gerar algo novo, como intensidade de P&D e outros gastos com atividades inovativas que não P&D interno, ou por seu produto, em outras palavras, produtos ou processos novos com aumentos nos lucros ou eficiência (MOHNEN e HALL, 2013). Dessa forma, cabe destacar que qualquer base de dados que visa calcular o nível de inovação deve refletir o fato de que esse processo é complexo e diversificado e que possui diversos componentes que interagem entre si (OECD, 1997). Indicadores de inovação como patentes, bibliometria, ações de capital humano e os gastos em P&D, ou capturam os resultados de criação de conhecimento (patentes e artigos científicos) ou as atividades que produzem novo conhecimento (P&D) (ARUNDEL *et al.*, 1997).

Devido a esta dificuldade de mensuração, o uso de dados obtidos por meio do *Community Innovation Survey* (CIS) permitiu uma maneira mais direta de mensurar o produto da inovação, ao possuir uma variável que indica se a firma admite ter uma inovação introduzida ou não na firma. Esse tipo de pesquisa está sendo cada vez mais utilizada para a investigação do processo de inovação, uma vez que coleta informações diretas sobre esse fenômeno (MICHIE, 1998). A partir dessas pesquisas, a inovação, em suas diferentes formas, pode ser medida diretamente a partir dessa variável *dummy* (MOHNEN e HALL, 2013), a qual é usada de forma frequente na literatura (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2013; PARISI, SCHIANTARELLI e SEMBENELLI, 2006; GRIFFITH *et al.*, 2006; DUGUET, 2006), e assume valor um quando a empresa afirma ter realizado inovação. No Brasil, a pesquisa com essas características é a Pesquisa de Inovação - PINTEC. Arundel *et al.* (1997) apontam, todavia, que uma limitação importante da maioria dos indicadores de inovação é a não incorporação do conhecimento tácito na análise, aquele que só poderá ser transmitido via contato interpessoal (FISCHER e VARGA, 2003).

É importante estudar essa capacidade da firma em inovar uma vez que ela constitui um componente vital da competitividade das empresas e uma das principais causas de bem-

estar econômico e social (ARUNDEL *et al.*, 1997). Assim, levando em consideração a definição de inovação e sua mensuração, o processo inovador pode ser entendido a partir da perspectiva de uma função de produção em que se tem a inovação como produto e o capital humano e esforços de pesquisa como investimento em P&D, como insumos principais (GRILICHES, 1979; COE e HELPMAN, 1995). Essa modelagem ficou conhecida como função de produção do conhecimento.

Dessa forma, a P&D seria usada juntamente com fontes externas de conhecimento para o desenvolvimento de uma nova tecnologia (NELSON, 1986). Adicionalmente, é amplamente reconhecido que o investimento em P&D transborda para outras firmas (DE LA POTTERIE, 1997; DIETZENBACHER e LOS, 2002; BASCAVUSOGLU, 2004). Assim, o retorno social da P&D, devido aos transbordamentos positivos, é maior que o privado, justificando por exemplo, o subsídio governamental à P&D privada a fim de promover a inovação entre as firmas (ARROW, 1962).

Logo, a função de produção do conhecimento aponta que os setores inovativos tendem a possuir níveis consideráveis de investimento em P&D e de capital humano, sendo o primeiro usado para criação intelectual e explorado com o propósito de aumentar o estoque de conhecimento (FORAY, 2004). O estoque de capital humano da firma torna-se, por sua vez, um importante determinante de sua habilidade de inovar (ARUNDEL *et al.*, 1997). Adicionalmente, como a inovação envolve a utilização do conhecimento tácito incorporado nos indivíduos (DOSI, 1988), pode-se colocar, como medida de aquisição desse conhecimento, na função de produção da inovação, a entrada de trabalhadores (FISHER e VARGA, 2003; COOPER, 2001).

Neste contexto, um indicador básico para a criação de conhecimento é o estoque de cientistas treinados, engenheiros e técnicos (ARUNDEL *et al.*, 1997). Contudo, seu efeito pode ser adverso dependendo do tipo de inovação a que se refere. O estoque de capital humano da firma na Espanha, por exemplo, ao mesmo tempo em que aumenta a inovação de produto, desincentiva a inovação de processo (MOLERO e GARCÍA, 2008).

O fato de nem todo investimento em inovação gerar um produto ou processo novo que melhore a performance da empresa, os chamados impasses tecnológicos (ARUNDEL *et al.*, 1997), faz com que a inovação constitua um processo arriscado e custoso (DOSI, 1988). Dessa forma, a firma utilizará diversos mecanismos a fim de reduzir os custos e riscos

associados ao processo inovativo, por exemplo, se especializando em uma base tecnológica e inovando em torno de sua atividade principal (FREEMAN, 1982). Estas medidas permitem que a firma aproveite o conhecimento passado ampliando as possibilidades de um investimento em pesquisa gerar um produto inovador.

Quanto menor o custo e risco do processo, maior a probabilidade de um resultado de inovação, assim, ao comparar inovações bem-sucedidas com as que falharam, observa-se que o sucesso do processo inovativo seria determinado por uma série de fatores organizacionais, especialmente aqueles ligadas ao marketing, comunicação externa e gerenciamento da firma (ROTHWELL, *et al.*, 1974). Estes garantiriam o sucesso da inovação ao impulsionar a demanda do novo produto, estreitar a relação com outras firmas, fornecedores e consumidores, e permitir a melhoria dos processos de produção.

Neste contexto, a literatura teórica sugere que as empresas não gastarão com inovação, ou seja, não se arriscarão neste processo, se não puderem garantir maiores lucros (MAIRESSE e ROBIN, 2012). Um mecanismo de garantia dos retornos desse investimento tecnológico é a proteção do produto dessa inovação. Isso porque esta conseguiria, por exemplo, evitar o processo de imitação da inovação entre as firmas (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006) além de reduzir os transbordamentos (ARROW, 1962) do conhecimento gerado no processo.

Dados os altos custos associados ao patenteamento, as firmas buscam diversas formas de garantir a proteção da sua invenção, como complexidade tecnológica, segredo industrial e manter um tempo de vantagem sobre o concorrente (MANSFIELD, 1985). Existem assim, dois tipos de proteção usados pela firma, a legal e a estratégica. Enquanto a proteção legal engloba patentes, marcas e direitos autorais, a proteção estratégica constitui a utilização de investimentos em ativos complementares, sigilo e tempo de espera, e complexidade de produtos e serviços (MANSFIELD, 1986). A utilização desses mecanismos de proteção garante às firmas inventoras a apropriabilidade dos retornos dos investimentos em inovação, aumentando os incentivos a essas atividades (SPENCE, 1984).

Outro fator que estimula a firma a investir e buscar resultados inovativos é o ingresso desta no mercado internacional. A empresa ter o setor externo como principal demanda faz com que seja necessário investir em atividade inovativa para ela se manter competitiva (VEUGELERS e CASSIMAN, 1999). O aumento das exportações faz com que a empresa se

especialize em produtos e invista mais em P&D, em especial no caso de firmas de alta tecnologia as quais ao competirem no mercado internacional dobram sua intensidade de P&D (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2009). A exposição ao mercado internacional coloca a firma em contato com um consumidor mais exigente e com uma concorrência maior, o que faz com que a empresa aumente suas exportações e amplie as possibilidades de cooperação com empresas do setor externo (COELHO, DE NEGRI e NEGRI, 2006). Ocorre, assim, um efeito de competição e aprendizado que impulsiona o investimento em inovação feito pela firma (CRESPI, TACSIR e VARGAS, 2014).

Dois dos principais determinantes da inovação investigados na literatura são o tamanho da firma e o nível de concentração do mercado. Quanto a este último, segundo Arrow (1962), este impacta positivamente a inovação dado que para compensar os altos custos, poderia haver uma necessidade de ganhos de monopólio para o encorajamento de atividades inovativas (ORSENIGO, 1989; COHEN, 2010). A firma usa o seu poder de monopólio junto com seu conhecimento acumulado para se mover para vanguarda da inovação de processo (SCHUMPETER, 1942).

O tamanho da firma, por sua vez, influencia o tipo de projeto de inovação escolhido em termos de tecnologia, complexidade e custos (FREEMAN e SOETE, 1997), havendo na maioria dos estudos uma relação positiva entre o tamanho e o nível de inovação da firma (SCHUMPETER, 1942; SCHERER, 1980, GRIFFITH *et al.*, 2006), uma vez que empresas maiores ganhariam em escala na produção da inovação com seus laboratórios (SCHUMPETER, 1942). Assim, a concentração dos gastos com P&D em firmas de grande porte estaria ligada, principalmente, ao tamanho dos programas de P&D e não somente ao tamanho da firma (FREEMAN e SOETE, 1997).

Entretanto, cabe destacar o fato de alguns estudos terem encontrado uma relação negativa entre a intensidade de P&D e o tamanho da firma (ACS e AUDRETSCH, 1988), uma vez que os empreendedores e as *start-ups* representariam a principal fonte de novas ideias e tecnologias (SCHUMPETER, 1934). Além disso, as firmas pequenas que conseguem realizar programas de P&D, possuem um rendimento deste acima da intensidade média (FREEMAN e SOETE, 1997).

Veugelers e Cassiman (1999) destacam, contudo, que a relação entre o tamanho e o nível de inovação da firma dependem de características da indústria. Assim, é decisivo

considerar o papel do setor de atividade neste processo (MOLERO e GARCÍA, 2008). Adicionalmente, as especificidades dos setores, como o nível e tipo de externalidade de conhecimento e grau de apropriabilidade da informação que circula dentro deles, são determinantes da atividade inovativa (COHEN, LEVIN e MOWERY, 1987), uma vez que caracterizam a disponibilidade e acesso ao conhecimento tecnológico.

A inovação depende ainda de colaboração e aprendizado interativo envolvendo outras firmas e organizações e uma infraestrutura tecnológica e científica (SMITH, 2005). Novas teorias da inovação enfatizam que, além da cooperação em P&D, é preciso estimular políticas para o aumento e melhora das relações entre as firmas grandes e os subcontratados, produtores e consumidores e redes de colaboração (CLARK e GUY, 1997). Masso *et al.* (2010) encontram que o conhecimento obtido de fornecedores é importante principalmente para inovação de processo e o conhecimento adquirido de rivais para inovações de produto. Já os consumidores, são importantes para os dois tipos de inovação.

A habilidade de implementação e apropriação de novas tecnologias é alcançada a partir da transferência de conhecimento dentro das empresas (GILBERT e CORDEY-HAYES, 1996) e está necessariamente relacionada ao uso que a firma confere à pesquisa da inovação (FABRIZIO, 2009). A inovação envolve o uso de informações retidas em experiências anteriores e de conhecimento formal, e também envolve capacidades específicas e não codificadas dos inventores (DOSI, 1988).

Sendo assim, a empresa que possui capital estrangeiro ou misto, por exemplo, teria maior acesso interno a conhecimento tecnológico ou a financiamentos (POLDER *et al.*, 2009), além de a transferência de recursos científicos (tecnologias, conhecimento, resultados de P&D) e não científicos (finanças, marketing, entre outros) de outro país compensar a falta de conhecimento local e elevar a capacidade inovativa da firma (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006). Apesar disso, em estudo sobre a Espanha, destaca-se que uma vez controladas as características setoriais, o tipo de propriedade perde a importância na maior parte das inovações (MOLERO e GARCÍA, 2008).

Neste contexto, Cabagnols e Bas (2002) dividem os determinantes do comportamento inovativo da firma em seis grupos: 1) características da demanda, como por exemplo, elasticidade de preço; 2) condições da firma de se apropriar dos retornos da inovação, entre eles patentes e outros tipos de proteção formal ou estratégica; 3) acesso a conhecimento

tecnológico, a partir de consumidores, fornecedores e sociedade; 4) estrutura do mercado, como nível de concentração e nível tecnológico dos concorrentes; 5) características da firma, por exemplo, tamanho e nível de diversificação de produção; e 6) estratégias adotadas pela firma, como *marketing*.

Entender os níveis de inovação da firma e seus determinantes, torna-se importante uma vez que se tem comprovado na literatura o impacto desta sobre a performance da empresa. Melhorias na produtividade estão associadas às firmas mais inovativas, por meio de duas formas. Primeiramente, a inovação pode aumentar tanto a eficiência das empresas, quanto melhorar seus produtos e serviços, o que aumenta a demanda pelo produto e reduz custos de produção. Em segundo lugar, firmas mais inovativas tendem a crescer mais que suas concorrentes, e firmas entrantes com produtos aprimorados possuem maior probabilidade de tirar do mercado as empresas ineficientes, o que aumenta os níveis de produtividade agregada (HALL, 2011). Dessa forma, a próxima seção apresenta o que é a produtividade da firma e seus determinantes, além de sua relação com a inovação

2.2. Produtividade

A produtividade constitui uma medida de eficiência da produção (SYVERSON, 2011), estando sua taxa de crescimento associada à evolução desta nas empresas (HUERGO e MORENO, 2011, GOEDHUYS, JANZ e MOHNEN, 2006). Maiores níveis de produtividade determinarão a permanência da firma no mercado (SYVERSON, 2011). Por definição, a produtividade corresponde, portanto, ao quanto pode ser produzido a partir de uma determinada quantidade de insumos (HALL, MAIRESSE e MOHNEN, 2010; HALL, 2011). Economistas geralmente descrevem essa relação entre insumo e produto a partir de uma função de produção, e apesar dessa definição ser intuitiva, há uma dificuldade na mensuração dessa variável (HALL, 2011).

Supondo que há somente um insumo dentro da função de produção, o trabalho, a produção irá aumentar quando mais trabalhadores forem contratados. Contudo, esta também poderia crescer se o trabalho fosse utilizado de forma mais eficiente ou se uma nova tecnologia surgisse, a qual aumentasse a quantidade de produto que um mesmo nível de trabalhadores produz, a chamada produtividade do trabalho. O mesmo princípio é válido para

múltiplos insumos, a produção cresce com o aumento do insumo e com o aumento da quantidade produzida pelo mesmo montante de insumos. Assim, num contexto com vários insumos e produtos, a produtividade é definida como a razão entre um índice de produto e o índice de insumo. Logo, a primeira dificuldade em medir a produtividade surge na forma de mensurar esses índices (MOHNEN e HALL, 2013).

A produtividade poderia ser medida a partir da produção bruta, valor adicionado ou de vendas. Todavia, ao utilizar o nível de firma, a integração vertical e os custos de ajustamento, tornariam o valor adicionado um melhor indicador (HALL, MAIRESSE e MOHNEN, 2010). A variação da produtividade, por sua vez, é geralmente dada pelo crescimento no valor adicionado a preços constantes menos o crescimento nas horas trabalhadas (MAIRESSE e MOHNEN, 2010).

Diversos estudos comprovam que diferenças na produtividade são, em sua maior parte, explicados por diferenças de conhecimento entre as firmas (HALL e MAIRESSE, 2006; HALL, 2011). Nos Estados Unidos, por exemplo, menos da metade do crescimento da produtividade seria explicada pelos insumos tradicionais da função de produção, trabalho e capital, sendo esse crescimento residual da produtividade associado a mudanças técnicas (GRILICHES, 1996).

Griliches (1979) foi o primeiro a delinear um conceito de uma função de produção em que se mediria a contribuição da P&D e do transbordamento de conhecimento ao crescimento da produtividade, com a pressuposição básica de que o produto da inovação seria resultado do investimento em P&D. De tal modo, os gastos com P&D aumentariam a produtividade ao reduzir os custos com a produção de bens (inovação de processo) ou aumentar a gama de produtos ofertados (inovação de produto) (GRILICHES, 2007). Assim, o P&D, junto com patentes e inovação de produto e/ou processo, por serem indicadores de geração de conhecimento, são importantes determinantes da produtividade (GOEDHUYS, 2007).

Nos últimos anos, tem-se dado uma atenção maior aos efeitos da P&D sobre a produtividade e performance inovativa da firma (GRILICHES, 1994; CRÉPON, DUGUET, e MAIRESSE, 1998; MAIRESSE e MOHNEN, 2005; HALL e MAIRESSE, 2006). A preocupação destes autores é considerar os efeitos diretos e indiretos das atividades de P&D sobre a produtividade. Enquanto o primeiro efeito se refere ao impacto positivo gerado pelo

aumento da inovação, o efeito indireto aponta que um aumento na P&D interno aumenta a produtividade da firma, ao elevar sua habilidade de absorver a P&D externo, aquele desenvolvido fora de suas fronteiras (COHEN e LEVINTHAL, 1989; SEGARRA e TERUEL, 2011). Bönte (2003) destaca que a combinação entre P&D externo e interno aumenta a complexidade da inovação e protege a empresa de sua concorrência até um valor limite por haver uma complementariedade entre as duas (SEGARRA e TERUEL, 2011).

Para a mensuração dos efeitos da P&D sobre a produtividade, a maioria dos estudos empíricos utiliza a função de produção estendida, em que se inclui a P&D como um insumo da produção (PARISI, SCHIANTARELLI e SEMBENELLI, 2006; LÖÖF e HESHMATI, 2002). Estudos para a França, Itália, Suécia e para 10 países da OECD confirmam a existência de uma relação positiva entre a produtividade e os esforços de P&D (HALL e MAIRESSE, 1995; PARISI, SCHIANTARELLI e SEMBENELLI, 2006; LÖÖF e HESHMATI, 2002; ZACHARIADIS, 2004). Para os Estados Unidos, Reino Unido, Japão, França e Alemanha, destaca-se que, entre as firmas, de setores intensivos em P&D e habilidade, o ganho de produtividade é, na média, superior ao das empresas não intensivas (O'MAHONY e VECCHI, 2009).

Ao associar a literatura teórica sobre o modelo schumpeteriano de crescimento endógeno e a literatura empírica sobre a relação entre P&D e produtividade, Griffith, Redding e Van Reenen (2003) encontram três fontes de crescimento para a produtividade: a inovação induzida pelo P&D; a transferência tecnológica e a capacidade de absorção advinda da P&D. As atividades de P&D aumentam a produtividade ao melhorar a qualidade, reduzir os custos de produção médio dos bens já existentes ou, simplesmente, ao aumentar o espectro de bens finais ofertados ou insumos disponíveis (HALL, MAIRESSE e MOHNEN, 2010).

Além dos gastos de P&D, os níveis de produtividade das firmas são influenciados por outros fatores internos e externos às firmas. Entre os fatores internos existem: a prática e talento gerencial, a qualidade dos fatores trabalho e capital, a tecnologia da informação, o aprendizado dentro da firma (*learning-by-doing*), a inovação de produto e a estrutura de decisões da firma.

Já entre os fatores externos, aponta-se para: transbordamentos produtivos, como as práticas dos produtores; competição; regulação; e mercados de insumo flexíveis (SYVERSON, 2011). Goedhuys, Janz e Mohnen (2006) ressaltam que variáveis tecnológicas

indiretas como, a propriedade estrangeira, a certificação ISO e o nível educacional do gerente geral, e fatores institucionais como, o excesso de regulamentação, a falta de apoio do governo, e um sistema de saúde deficiente, foram determinantes igualmente importantes da produtividade, no caso da Tanzânia.

Neste contexto, os níveis de produtividade refletem o investimento em equipamentos, atividades de P&D, uso de novas tecnologias e da habilidade da força de trabalho (CASELLI, 1999). As firmas investem em conhecimento e capital a fim de aumentar sua competitividade e aumentar lucros (JOHANSSON e LÖÖF, 2009). Sendo assim, tanto a imitação de uma tecnologia mais produtiva quanto o crescimento da atividade inovativa e o investimento para diminuir as lacunas tecnológicas, seriam fatores determinantes do desenvolvimento econômico (FAGERBERG, 1988).

Partindo da função de produção estendida proposta por Griliches (1979), tem-se a P&D como medida de inovação, uma vez que parte-se do pressuposto de que esta surge diretamente desse insumo, a P&D. Contudo, a P&D não é capaz de capturar todos os aspectos inerente à inovação (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006) e, por isso, alguns estudos passam a substituir essa medida por outra que aborde o produto do processo inovativo (HALL, MAIRESSE e MOHNEN, 2010), como uma que mede a própria inovação de produto ou de processo. Goedhuys, Janz e Mohnen (2006) destacam, contudo, que tanto medidas de produto da inovação, quanto de P&D, explicam as diferenças de produtividade entre as empresas. Ademais, mesmo quando as inovações na qualidade do produto não introduzem um novo bem ao mercado, ao aumentar o preço do produto, é possível notar impactos positivos sobre a performance da firma (SYVERSON, 2011).

Sobre essa relação entre produto da inovação e produtividade, encontra-se para a Argentina, Brasil, México, França, Suíça e Espanha, relação positiva entre a inovação e a performance das firmas (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008). No entanto, Simpson, Siguaw e Enz (2006) destacam que a inovação, ao mesmo tempo que impacta positivamente a performance da empresa, ao expô-la a riscos de mercado e aumentar seus custos, poderia provocar um efeito negativo sobre a produtividade.

Na abordagem da função de produção de Griliches (1979), a produtividade total dos fatores ou produtividade do trabalho seria uma função dos investimentos passados em P&D, capital físico, capital humano, tamanho de firma e fatores específicos da indústria. Contudo,

utilizar a função de produção para estimar a relação entre a P&D, a inovação e a produtividade traria dois problemas de inferência econométrica, o viés de seleção e de simultaneidade (JOHANSSON e LÖÖF, 2009).

O primeiro problema surge à medida em que as firmas que realizam P&D correspondem a um grupo autosselecionado, ou seja, firmas positivamente selecionadas teriam vantagens comparativas na produção de pesquisa e assim fariam maiores investimentos em P&D por seus custos serem naturalmente menores. Já o viés de simultaneidade está relacionado ao fato de que os investimentos em P&D tendem a ser afetados pela produtividade passada e que as duas variáveis tendem a mover-se em conjunto com outras variáveis de interesse (JOHANSSON e LÖÖF, 2009). Assim, o P&D ou a inovação seriam endógenas ao modelo, pois, ao mesmo tempo em que firmas mais produtivas investem mais em P&D e, assim, geram mais inovação, aquelas que investem mais em P&D e geram um nível maior de produto inovativo possuem maior produtividade.

Neste contexto, Crépon, Duguet e Mairesse (1998) propuseram um modelo estrutural, posteriormente conhecido como modelo CDM, o qual explica a produtividade em função do produto da inovação e este por meio dos gastos em P&D em uma tentativa de corrigir esses dois vieses. Deste modo, dado o caráter endógeno da geração do conhecimento na firma, este modelo se destaca por instrumentalizar a variável de inovação a fim de verificar seu efeito sobre a produtividade e a variável de esforço de inovação dentro da equação de produto da inovação.

Este modelo, que será descrito, junto com suas extensões, em detalhes na próxima seção, ampliaram o escopo da literatura ao introduzir um modelo estrutural, onde estabelecem uma relação entre insumo da inovação, seu produto e a produtividade da firma, encontrando efeitos positivos do insumo de P&D sobre a inovação, e desta sobre a produtividade. Dessa forma, tem como principal ideia que o insumo da inovação, como, por exemplo, o esforço de pesquisa, levaria à formação de conhecimento que, ao ser posto em uso, culminaria em um produto inovativo, entendido como novo produto ou processo de produção, por exemplo (POLDER *et al.*, 2009). Estes últimos, por sua vez, teriam impacto direto sobre a performance da firma.

2.3. O modelo CDM (Crépon, Duguet e Mairesse - 1998) e extensões

O modelo CDM, iniciais de Crépon, Duguet e Mairesse (1998), tornou-se popular nos estudos que utilizam dados baseados no *Community Innovation Survey* (CIS) por relacionar o insumo de inovação com seu produto, ao mesmo tempo em que controla os problemas de seleção amostral e de simultaneidade, e por verificar os efeitos da inovação sobre a produtividade. Segundo Hall e Mairesse (2006), além de se destacar por utilizar pesquisas CIS, este modelo progrediu de duas formas em relação aos estudos existentes sobre a ligação entre o investimento em conhecimento e o crescimento da produtividade. Sua primeira contribuição consiste em, mantendo a estrutura da função de produção do conhecimento de Griliches (1979), unir as duas linhas de pesquisa empírica desta área, a de determinantes do investimento em P&D, patente ou função de produção da inovação, com a que estima a função de produção da firma usando P&D como insumo.

Seu segundo avanço foi desenvolver um quadro de modelagem explícito que utiliza métodos de estimação apropriados na presença de seletividade amostral, relacionada à escolha da empresa entre realizar ou não P&D, na presença de potencial endogeneidade de algumas das variáveis do lado direito, e por causa da natureza qualitativa de algumas das variáveis dependentes, as quais podem ser binárias ou categóricas. O modelo impõe uma modelagem relativamente simples que foi replicada por outros autores com variações e melhorias de especificação, além de ser possível, a partir dela, utilizar outras bases e estimações e identificações econométricas (HALL e MAIRESSE, 2006).

A proposta de Crépon, Duguet e Mairesse (1998) é construir um modelo de função de produção de conhecimento de quatro equações, as quais incorporam três relações: a equação de produtividade; a função de produção do conhecimento, ou equação de inovação; e a equação do investimento em pesquisa. É incorporado no modelo, ainda, a equação que diz respeito às decisões de investimento em pesquisa (CRÉPON, DUGUET e MAIRESSE, 1998; LÖÖF e HESMATI, 2002). A estrutura do modelo CDM segue, portanto, três estágios:

1. Equações de P&D: a fim de descrever o comportamento de P&D das firmas utiliza-se a equação que determina se a firma realiza ou não atividades de pesquisa (equação de seleção) e a que caracteriza a intensidade do

investimento em pesquisa, condicional ao fato de a firma ter decidido realizar um investimento.

2. Equação de inovação: descreve o procedimento de transformar insumo de inovação, como capital e atividades de P&D, em produtos de inovação economicamente efetivos. Esse procedimento de criação de conhecimento e inovação é chamada de “Função de Produção do Conhecimento” por Griliches (1994).
3. Equação de produtividade: última equação do modelo, que corresponde à função de eficiência econômica da firma e relaciona o produto da inovação ao desempenho econômico desta. É uma função de produção Cobb-Douglas "enriquecida" em que se tem capital, trabalho e a variável de resultado do esforço inovativo como determinantes do produto.

Enquanto o primeiro estágio descreve, em função de características da firma e do setor, se esta realiza P&D e, em caso afirmativo, quanto ela investe, o segundo aponta que os tipos de resultado de inovação dependem, além das características da firma e de setor, da intensidade de P&D. Seguindo o estágio anterior, no terceiro passo, tem-se a produtividade em função do capital, das características do setor e, principalmente, do resultado de inovação. O modelo CDM investiga três campos da inovação: o porquê de as firmas escolherem insumos de inovação; a eficiência do produto da inovação; e o impacto da inovação sobre a produtividade.

O modelo original assume que todo o sistema é composto de erros correlacionados, não ortogonais. O coeficiente de correlação para qualquer combinação de erros no sistema de equação é, portanto, diferente de zero, sendo assim estimada por *mínimos quadrados assintóticos* (MQA), ou estimador de distância mínima, em que todas as equações são estimadas simultaneamente.

Segundo Crépon, Duguet e Mairesse (1998), têm-se, portanto, o modelo original proposto, em que as duas equações de pesquisa tomam a seguinte forma:

$$g_i = x_{i0}\beta_0 + u_{i0} \tag{1}$$

$$k_i = x_{i1}\beta_1 + u_{i1} \quad (2)$$

sendo g a varável latente que descreve a decisão da firma de investir em pesquisa e k o gasto em P&D por empregado. Essa equação é um modelo Tobit, com a equação 1 constituindo a equação de seleção do modelo e x_{i0} e x_{i1} correspondendo aos vetores de determinantes do investimento em P&D e de sua intensidade, respectivamente. As variáveis explicativas que compõem os vetores x_{i0} e x_{i1} são: total de emprego, o qual mede tamanho da firma, *market share* médio, nível de diversificação, se a inovação é determinada pela demanda ou por dinâmicas tecnológicas e controles para setor.

Considerando t a porcentagem da venda que vem de produtos inovadores ou o número de patentes da firma, e k o valor da intensidade de P&D da equação 2, a equação de inovações fica sob a forma:

$$t_i = \alpha k_i + x_{i2}\beta_2 + u_{i2} \quad (3)$$

onde x_{i2} contém as mesmas variáveis explicativas do estágio anterior, com exceção das variáveis de *market share* e de diversificação. Como os autores dividem a variável dependente dessa função de Produção do Conhecimento em cinco categorias, esta equação é estimada a partir de um *probit* ordenado.

Por fim, tem-se a equação de produtividade que se segue, estimada a partir do método de *mínimos quadrados ordinários* - MQO:

$$q_i = \alpha t_i + x_{i3}\beta_3 + u_{i3} \quad (4)$$

em que t representa o nível de inovação da equação 3 e q o log da produtividade do trabalho medido pelo valor adicionado. O vetor x_{i3} é composto por total de emprego, intensidade de capital físico e participação de engenheiros e administradores no total de empregados.

Apesar de o método econométrico utilizado pelos autores estimar o modelo de forma simultânea, a maioria dos estudos que aplica essa modelagem opta por uma abordagem sequencial, em que o valor previsto da variável endógena entra na estimativa da equação

seguinte como uma variável instrumental dentro do modelo, no caso, o valor predito da intensidade de P&D do primeiro estágio entra como explicativa na equação de formação da inovação, e o valor predito do produto da inovação na equação de produtividade.

Esse desenho estrutural do modelo permite que os estudos trabalhem com os dados inovativos das firmas e com as informações das firmas não inovativas (JOHANSSON e LÖÖF, 2009). Hall, Lotti e Mairesse (2006) afirmam que essa forma estimada não afetaria a qualidade das estimações ao verificarem uma semelhança entre os resultados estimados sequencialmente por variável instrumental e a abordagem de máxima verossimilhança. Os autores afirmam ainda que, enquanto a endogeneidade e a seleção estiverem de alguma forma tratadas, os resultados serão robustos.

Essa metodologia recursiva, foi proposta inicialmente por Griffith *et al.* (2006), e nela, dadas as características da firma, obtém-se as variáveis preditas a partir das equações de intensidade do gasto em P&D e de formação do produto da inovação, respectivamente, equação de formação do conhecimento, estágio 1, e de aplicação do conhecimento formado, estágio 2. Ao estimar o modelo de forma sequencial, tem-se a vantagem de levar em conta nas estimações tanto as firmas que declaram ter gasto com P&D quanto as que declaram que não investiram, minimizando-se assim um possível viés de seleção decorrente de se trabalhar somente com os dados das empresas inovativas.

Os autores partem do pressuposto de que todas as firmas realizam P&D, mas apenas algumas o fazem em montante suficiente a ponto de serem consideradas inovativas. Este procedimento está fundamentado na ideia de que muitas empresas fazem P&D de forma informal ou despendem pouco recursos com P&D, sendo tais gastos desconsiderados pela empresa quando esta passa a informação às agências de estatística que realizam a pesquisa de inovação. Adicionalmente, no caso das pesquisas baseada no CIS, tal metodologia ajuda a corrigir a simultaneidade que possa estar presente devido ao fato de a inovação ser medida ao longo dos últimos três anos, enquanto que a P&D é frequentemente uma medida do ano em curso. As probabilidades de inovação preditas são, então, incluídas na equação de produtividade e as estimativas resultantes mostram o quanto a inovação esperada, condicionadas à P&D e às outras características da empresa, afetam a produtividade.

O quadro 1 aponta, em ordem cronológica, partindo do modelo original, as diferentes especificações do modelo CDM, destacando as variáveis dependentes utilizadas nos três

estágios do modelo, além de apontar o diferencial do trabalho e quais países estão sob análise. Além de alterar a forma como o modelo é estimado, Griffith *et al.* (2006) foram ainda os primeiros a separar o resultado de inovação entre inovação de produto e de processo, considerando uma função de produção de conhecimento para cada uma dessas medidas. Assim, os autores estimam a função de produção de conhecimento ligando insumos de inovação ao seu produto por dois *probit* separados. Dessa forma, calculam as propensões a inovar para ambos os tipos de inovação no segundo estágio, e no terceiro estágio instrumentalizam a partir de seus valores preditos as *dummies* de produto e de processo na função de produção da firma. Tal estimação controla uma possível endogeneidade do produto da inovação.

Os autores propõem ainda diferentes medidas para explicar o comportamento inovativo da firma e sua produtividade, as quais são seguidas pela maioria dos trabalhos que o seguem (PARISI, SCHIANTARELLI e SEMBENELLI, 2006; POLDER *et al.*, 2009; BENEKI, GIANNIAS e MOUSTAKAS, 2012; MAIRESSE e ROBIN, 2012). Entre as explicativas do primeiro estágio, os autores referidos colocam como determinantes do esforço de pesquisa, que correspondem aos vetores x_{i0} e x_{i1} das equações 1 e 2, as seguintes variáveis: se a firma tem como principal mercado o internacional, se ela coopera com outras instituições dentro do processo de inovação, se utiliza mecanismos de proteção da inovação, se se financia por fontes públicas, se utiliza informações externas disponíveis (universidade e consumidores), tamanho de firma, setor de atividade, fatores relacionados à demanda, e se regulação e instituições são importantes para a empresa inovar.

No segundo estágio, Griffith *et al.* (2006) apontam que a probabilidade de inovar em produto ou em processo é determinada por, além da intensidade de P&D, investimento em capital físico, mecanismos de proteção, utilização de fontes de informação externa, fatores relacionados à demanda, tamanho de firma e controles de setor. Por fim, ao estimar a produtividade, os autores utilizam como variáveis explicativas os valores preditos das inovações, de produto e de processo, intensidade de investimento em capital e tamanho de firma.

Outra expansão possível é a inclusão de equações no primeiro estágio, ao invés de no segundo como proposto por Griffith *et al.* (2006). Neste caso, os autores por considerarem outro insumo de inovação como fundamental ao processo inovativo, estimam

simultaneamente no primeiro estágio duas equações de esforço de pesquisa. Polder *et al.* (2009), por exemplo, além da equação de intensidade de P&D tradicional, estima simultaneamente uma equação para intensidade do investimento com tecnologia da informação e comunicações. Outra equação utilizada é a de investimento em capital físico (PARISI, SCHIANTARELLI e SEMBENELLI, 2006; HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2009).

Entre as variações de especificações feitas a partir do modelo CDM, destacam-se: o uso de lucro ao invés de produtividade para avaliar a performance da firma – terceiro estágio (JEFFERSON *et al.*, 2006; LÖÖF e HESHMANTI, 2006); o uso de gasto com inovação incluindo gasto de P&D (LÖÖF e HESHMANTI, 2006; JANZ, LÖÖF e PETERS, 2004) ou a utilização de outros gastos de inovação que não P&D (JOHANSSON e LÖÖF, 2009) no primeiro estágio; distinção no segundo estágio da inovação nova apenas para a firma ou nova para o mercado (DUGUET, 2006) e entre tipos de produto da inovação, como inovação de produto e inovação de processo (GRIFFITH *et al.*, 2006; PARISI, SCHIANTARELLI e SEMBENELLI, 2006; POLDER *et al.*, 2009) ou número de patentes e trabalhadores na área de P&D (BENEKI, GIANNIAS e MOUSTAKAS, 2012).

Segarra e Teruel (2011), por sua vez, reduzem o modelo CDM ao tentarem verificar para a Catalunha o efeito marginal de fontes de P&D interna e externa diretamente sobre a produtividade. Os autores consideram que, apesar de o processo de P&D impactar a inovação, o processo de aprendizagem pode também ter um impacto sobre a produtividade, sem necessariamente conduzir à inovação, ou seja, empiricamente, não verificam os efeitos indiretos relacionados à inovação de produto e processo, às patentes, aos novos produtos. Dessa forma, os autores retiram do modelo o segundo estágio, a função de produção da inovação, e após estimar o primeiro estágio, intensidade de P&D interno e externo, imputam seu valor predito no terceiro, equação de produtividade.

Outro avanço possível dentro da modelagem CDM é a inclusão da evolução temporal na análise. Ao utilizarem a base de dados para a Itália, *Indagine sulle Imprese Manifatturiere*, cujos moldes não segue a CIS, Parisi, Schiantarelli e Sembenelli (2006) foram pioneiros em considerar a dinâmica temporal. Embora os dados utilizados não constituam um painel em si, eles contêm observações repetidas para um certo número de empresas, o que é suficiente para permitir a estimativa de um quadro dinâmico. Adicionalmente, os autores consideram tanto o papel da criação quanto da absorção de inovações, além do papel da P&D neste

contexto, para as inovações de produto e de processo. Ao adicionar dentro do primeiro estágio uma equação de intensidade do investimento em capital físico verificam ainda seu efeito sobre a inovação de processo.

Huergo e Moreno (2010), assim como Goya, Vayá e Suriñach (2013) e Vancauteren *et al.* (2010), por outro lado, expandem a análise do CDM ao aplicar o modelo a um painel de dados das firmas industriais espanholas e holandesas, respectivamente. Os dois primeiros autores inovam ainda ao considerar no modelo a possibilidade de persistência do comportamento inovador da firma no tempo, tanto em relação ao P&D quanto no que se refere à concretização da inovação. Dessa forma, ao estimar o modelo recursivo, os autores incluem como explicativas nos dois primeiros estágios variáveis defasadas, para tentar verificar o efeito das características passadas da firma no comportamento inovativo atual e futuro.

Além de considerar a evolução temporal nas relações entre insumo e produto de inovação e performance da empresa, Goya, Vayá e Suriñach (2013) incluem no modelo medidas de transbordamento de conhecimento como determinante da decisão de investir em esforços inovativos e da produtividade da firma. Além disso, os autores ainda estimam o modelo para firmas em setores de alta tecnologia e de baixa tecnologia a fim de verificar diferenças nos comportamentos inovativos.

Em estudo para Holanda, Vancauteren *et al.* (2010) seguem o modelo anterior ao incluir na análise o efeito das atividades de inovação passadas (patentes e P&D) sobre as atividades de inovação atuais e da produtividade passado sobre a produtividade atual. Ademais, expandem a modelagem CDM original ao incluir o volume de patentes concedidas como medida de resultado de inovação, corrigindo uma possível superestimação, ligada a não comercialização de algumas delas, por meio do número de citações das patentes concedidas. O trabalho, ao combinar dados de diferentes fontes, assume ainda que o efeito da P&D sobre as patentes é computado também para as firmas que não informam seu esforço de P&D, e incorpora ao modelo variáveis de estrutura de propriedade (associação da firma com um grupo, existência de capital estrangeiro) e economias de escopo (variação de mercadorias).

A partir da evolução do uso dos modelos do tipo CDM, exposta no quadro 1, observa-se, portanto, que a maioria dos estudos analisa um ponto no tempo desconsiderando assim

qualquer evolução temporal. Adicionalmente, em sua maioria, os trabalhos utilizam como medida de esforço inovador a intensidade do gasto em P&D, ao mesmo tempo em que medem resultado do processo inovativo a partir de *dummies* de inovação. Já as principais variáveis escolhidas para medir a performance da firma foram valor adicionado e total de vendas por trabalhador. Partindo dessas especificações, a próxima seção descreve os principais resultados das aplicações do CDM e suas variações.

Cabe destacar, contudo, que grande parte dos estudos desconsidera algumas limitações inerentes à utilização do gasto com P&D como medida de esforço inovador. Tal variável, além de não incorporar o conhecimento tácito na análise (ARUNDEL *et al.*, 1997), o qual é fundamental ao processo de inovação, possui um viés inserido em sua construção (GRIFFITH *et al.*, 2006), uma vez que não se refere ao triênio das pesquisas sobre inovação, mas, sobretudo, ao último ano da análise, particularmente no caso da Pesquisa de Inovação Tecnológica, no Brasil.

Dessa forma, o presente estudo se diferencia ao testar uma nova medida de esforço de inovação, a PoTec, a qual é construída para o triênio e suas estimações são comparadas com as de gastos com P&D. Esta variável, por se tratar de trabalhadores, mede além do investimento em pesquisa, o conhecimento incorporado nos trabalhadores necessário para o processo de inovação. Optou-se por considerar apenas as firmas que inovam para o mercado, tendo em vista que as firmas que inovam apenas para a firma possuem conduta mais imitadora (GONÇALVES, LEMOS e DE NEGRI, 2005).

Por fim, com o objetivo de considerar a evolução temporal das relações aplica-se o modelo, que será especificado nas próximas seções, para todos os anos disponíveis e para os dados em painel. De tal modo, o trabalho contribui para preencher a lacuna ainda existente em relação à aplicação desse tipo de modelo para dados em painel, em especial para países em desenvolvimento como o Brasil.

Quadro 1: Principais trabalhos que usam a abordagem CDM e propõem extensões

Autor (es)	País	Insumo de inovação	Produto da inovação	Produto/performance da firma	Observação
Crépon, Duguet e Mairesse (1998)	França	Gasto com P&D por empregado	Medida de estoque de patente e porcentagem da venda referente a produto novo no mercado	Valor adicionado por trabalhador	Modelo original conhecido como CDM.
Jefferson <i>et al.</i> (2002)	China	Gasto em P&D sobre vendas	Vendas de produtos inovativos dividido pelo total de vendas	Valor adicionado por trabalhador e Lucro	Usa além de produtividade, lucro e muda medida de inovação
Griffith <i>et al.</i> (2006)	França, Alemanha, Espanha e Reino Unido	Gasto com P&D	Inovação de produto e inovação de processo	Vendas por trabalhador	Expande o CDM original ao separar inovação de produto e de processo e aplica o modelo para todas as firmas ao estima-lo de forma sequencial
Löf e Heshmati (2006)	Suécia	Gasto com P&D	Venda referente a produto novo no mercado por empregado e <i>dummy</i> de inovação de processo	Valor adicionado por trabalhador	Modifica a variável referente a inovação de produto para uma medida contínua ao invés de dicotômica
Duguet e Lelarge (2006)	França	Gasto de P&D sobre vendas e gasto com máquinas e equipamentos sobre vendas	Inovação de produto, inovação de processo	Patentes	Considera como medida de performance da firma sua produção de patentes
Raffo, Lhuillery e Miotti (2008)	França, Espanha, Suíça, Argentina, Brasil e México	Gasto em P&D por empregado	Inovação de produto	Vendas por empregado	Compara resultados de países desenvolvidos em desenvolvimento e inclui variável de propriedade da empresa (existência de capital estrangeiro)
Polder <i>et al.</i> (2009)	Holanda	Gasto com P&D e investimento em tecnologia da informação e comunicações (ICT) por empregado	Inovação de produto, inovação de processo e inovação organizacional	Valor adicionado por trabalhador	Acrescenta uma equação insumo de inovação (investimento em ICT). Acrescenta como produto da inovação a inovação organizacional

Johansson e Lööf (2009)	Suécia	Gasto de P&D por empregado e outros gastos com inovação por empregado	Vendas de inovação por empregado	Vendas por empregado	Testa três especificações propostas
Huergo e Moreno (2010)	Espanha	Gasto de P&D por empregado	Inovação de produto, inovação de processo e inovação de produto e processo	Crescimento da produtividade total dos fatores	Utiliza painel de dados e inclui variáveis defasadas no modelo
Mairesse e Robin (2010)	França	Gasto com P&D	Inovação de produto e inovação de processo	Valor adicionado por trabalhador	Testa o modelo de Griffith <i>et al.</i> (2006) utilizando duas metodologias de estimação, sequencial e simultânea.
Berger (2010)	Tailândia	Gasto com inovação por empregado	Receita de vendas de inovação vezes o faturamento dividido pelo número de empregados	Faturamento por empregado	Inova nas medidas de insumo e produto de inovação
Esteves (2011)	Brasil	Gasto com P&D por trabalhador	Inovação de produto, inovação de processo	Taxa de crescimento	Modifica a variável de performance da firma e acrescenta uma equação auxiliar de sobrevivência
Vancauteren <i>et al.</i> (2011)	Holanda	Gasto com P&D	<i>Dummy</i> de patente ou números de citações das patentes	Crescimento da Produtividade total dos fatores	Utiliza painel de dados e dados de patentes concedidas
Zemlinová e Hromadková (2012)	República Tcheca	Gasto com inovação	Participação de vendas de inovação por empregado	Receita por empregado	Utiliza receita ao invés de produto
Goya, Vayá e Suriñach (2013)	Espanha	Gasto interno e externo de P&D por trabalhador	Inovação de Processo	Vendas por empregado	Utiliza painel e inclui variáveis de conhecimento externo (firmas que fazem P&D e transbordamento de conhecimento)
Hall, Lotti e Mairesse (2013)	Itália	Gasto de P&D por empregado	Inovação de produto e inovação de processo	Venda por empregado	Aplica para firmas de médio e pequeno porte

Fonte: Elaboração própria

2.3.1. Resultados da Literatura Empírica

Dentro das aplicações do modelo, a relação positiva entre esforço de inovação, produto da inovação e produtividade se mantem na maioria dos estudos. Os resultados empíricos do modelo CDM original (CRÉPON, DUGUET e MAIRESSE, 1998), que utilizaram dados em cortes transversais da França, apontam que, com exceção do tamanho da firma, os esforços de pesquisa, medidos pela intensidade de gasto com P&D, dependem dos mesmos fatores que a propensão a realizar P&D, havendo em ambos os casos uma relação positiva entre as variáveis. Os fatores podem ser enumerados, como: o tamanho da firma, seu *market share*, sua diversificação e fatores relacionados à demanda (*demand pull*) e empurrados pela tecnologia (*technology push*).

A aplicação do modelo CDM mais próxima do original corresponde à realizada por Benavente (2006), para o caso chileno. O autor encontra que firmas maiores possuem maior intensidade de P&D, além de uma maior porcentagem de vendas relativas à inovação. Apesar disso, encontram resultados contrários à maioria dos estudos ao verificarem que nem a P&D contribui para as vendas inovadoras e nem as vendas inovadoras contribuem para a produtividade.

Mairesse e Robin (2012) destacam que as firmas francesas, que protegem suas invenções e inovação, estão mais propensas a realizar P&D continuamente e em maior intensidade. O mesmo ocorre para Espanha, Alemanha e Reino Unido (GRIFFITH *et al.*, 2006). A intensidade de P&D é ainda, no caso Francês, impulsionada pela participação no mercado internacional e cooperação (MAIRESSE e ROBIN, 2012). No caso de pequenas e médias firmas italianas, a participação no mercado internacional aumenta a intensidade de P&D, principalmente nas firmas de alta tecnologia (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2009). A mesma relação se observa na Espanha, Alemanha, Reino Unido e França (GRIFFITH *et al.*, 2006).

Raffo, Lhuillery e Miotti (2008) destacam uma dificuldade da Argentina, México e Brasil em construir redes de informação e conhecimento que impulsionariam seu investimento em P&D. Em especial, isso se observa nas relações entre a indústria e a academia, apesar de no caso brasileiro a informação vinda das universidades impactar positivamente no resultado de inovação. Apesar disso, as fontes externas de conhecimento,

impulsionam a inovação de França, Alemanha, Suíça, Argentina, Brasil e México, ao mesmo tempo em que a cooperação internacional se mostra importante para França, Espanha, Suíça e Argentina (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008). Griffith *et al.* (2006), destacam que, enquanto a informação de fornecedores impulsiona a inovação de processo, a de consumidores estimula a inovação de produto, no caso da França, Alemanha, Espanha e Reino Unido.

Arvanitis (2008) destaca que na Suíça a performance inovativa depende da demanda, competição, condições de apropriabilidade, assim como o uso de fontes de conhecimento provenientes de patentes publicadas, de usuários e de universidades. Na Espanha, a melhora no nível educacional dos trabalhadores aumenta tanto a probabilidade de realização de atividades de P&D quanto o esforço tecnológico das firmas (HUERGO e MORENO, 2010). Lee (2008) destaca que na Malásia, a decisão de realizar atividades de P&D é significativamente determinada pelo tamanho da empresa, a exportação e a intensidade tecnológica do setor. No caso chileno, o tamanho da firma e seu poder de mercado se mostram importantes tanto para o investimento em P&D quanto para o produto da inovação (BENAVENTE, 2006).

Na República Tcheca, firmas maiores são menos eficientes em seus gastos com inovação (ZEMPLINEROVÁ e HROMÁDKOVÁ, 2012) enquanto que nas empresas industriais espanholas, quanto maior o número de funcionários e de capital físico e humano, mais provável é o envolvimento da firma com atividades de P&D e maior será seu investimento. Este é influenciado positivamente por empresas que operavam nos mercados internacionais e protegiam suas inovações, na Espanha.

O financiamento público, além de aumentar o envolvimento das firmas com inovação da Argentina, Brasil e México, impulsiona a intensidade de P&D na França, Alemanha (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008) e Espanha (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008; HUERGO e MORENO, 2010; GOYA, VAYA e SURIÑACH, 2013). Neste último caso, encontra-se ainda evidências de que o acesso ao financiamento público incentiva a inovação de produto, apesar de impactar negativamente a inovação de processo (MOLERO e GARCÍA, 2008). Ele também seria importante para o Reino Unido (GRIFFITH *et al.*, 2006), sendo que na Tailândia, aumentaria os gastos com inovação (BERGER, 2010). O investimento público em inovação impulsiona a pesquisa apesar de não influenciar, ou em

alguns resultados do autor até mesmo influenciar negativamente, o resultado de inovação tcheco (ZEMPLINEROVÁ e HROMÁDKOVÁ, 2012).

Beneki, Giannias e Moustakas (2012) aplicam o modelo CDM para a Grécia considerando dois produtos de inovação diferentes, o número de patentes e os trabalhadores na área de P&D. Neste caso, os autores encontram uma correlação negativa entre o investimento e a rotatividade dos trabalhadores e positiva entre investimento e inovação. Os autores destacam que, enquanto há uma tendência de aumento do nível de investimento no país, aquele relacionado ao gasto em P&D realizado pelo setor privado está diminuindo. Há ainda uma relação direta entre o nível de inovação, as despesas do setor público em P&D e o número de pesquisadores.

Huergo e Moreno (2010) destacam a existência de uma dependência temporal tanto na decisão de investimento em P&D quanto na produção de inovações no caso das firmas industriais espanholas. Na França, o insumo de P&D afeta positivamente o produto da inovação, seja este medido pelo número de patentes ou vendas decorrentes da inovação (CRÉPON, DUGUET e MAIRESSE, 1998), ou por inovação de produto ou de processo (MAIRESSE e ROBIN, 2012). O mesmo se repete na França, Alemanha, Suíça, Argentina, Brasil, México (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008), China (FENG, 2013), Espanha, Reino Unido (GRIFFITH *et al.*, 2006), Suécia (JANZ, LÖÖF e PETERS 2004), Malásia (LEE, 2008) e Tailândia (BERGER, 2010).

Na Espanha, quanto maior o número de firmas investindo em P&D no setor, maior será a probabilidade de uma firma desse setor investir em P&D. Além disso, quanto maiores os gastos com P&D realizados há dois anos, e o fato de que este investimento ter sido feito de forma contínua, bem como, a empresa ser grande e ter usado métodos de proteção, maior a probabilidade de alcançar uma inovação de processo (GOYA, VAYÁ e SURIÑACH, 2013). Em geral, a proteção formal ou estratégica impacta mais a inovação de produto do que de processo para países europeus (GRIFFITH *et al.*, 2006).

Na Holanda, o investimento em P&D e o investimento em tecnologia da informação e comunicações aumentam a inovação, apesar de a P&D ter um efeito maior (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2013). As firmas italianas de médio e pequeno porte, por sua vez, apresentam um impacto maior da P&D sobre a capacidade de a empresa introduzir inovação de produto do que de processo. Contudo, observa-se que o impacto sobre este último é forte e

considerável (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2009). Essa relação também se encontra no caso brasileiro (ESTEVEES, 2011; SILVA e AVELLAR; 2015).

Adicionalmente, o tamanho da firma e o investimento em novas máquinas e equipamentos são importantes para a inovação de produto e de processo (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2009). Firmas maiores possuem maior propensão a inovar no Brasil, França, Argentina (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008), China (JEFFERSON *et al.*, 2006) e Malásia (LEE, 2008). Na China, a intensidade de P&D aumenta a venda de produtos novos (JEFFERSON *et al.*, 2006).

Em relação à produtividade, tanto o produto da inovação das firmas francesas, medido por patentes e por suas citações, quanto a inovação de processo, a afetam positivamente (CRÉPON, DUGUET e MAIRESSE, 1998). Contudo, o mesmo não ocorre com a inovação de produto (MAIRESSE e ROBIN, 2012). Destaca-se ainda que apesar de a inovação de processo não ser significativa na Espanha, Alemanha, Reino Unido (GRIFFITH *et al.*, 2006) e Tailândia (BERGER, 2010), a inovação de produto impactaria positivamente a produtividade da indústria da França, Espanha e Reino Unido, embora não na Alemanha (GRIFFITH *et al.*, 2006). Enquanto Mairesse, Mohnen e Kremp (2005) encontram que inovação de processo trazem maiores retornos que inovação de produto, nenhuma relação entre inovação e produtividade foi encontrada na Finlândia (LÖÖF *et al.*, 2003) ou no Chile (BENAVENTE, 2006).

FENG (2013), por sua vez, encontra efeito positivo do produto da inovação sobre a produtividade para o caso chinês. O mesmo ocorre na Suécia, Alemanha (JANZ, LÖÖF e PETERS, 2004), Suíça (ARVANITIS, 2008), Tailândia (BERGER, 2010) e Espanha (GOYA, VAYÁ e SURINACH, 2013). A P&D interno, por sua vez, tem um efeito importante sobre a produtividade das firmas catalãs. Esse investimento aumenta a produtividade em níveis baixos e aumenta o impacto da P&D externo, uma vez que um alto nível de produtividade foi alcançado (SEGARRA e TERUEL, 2011).

Nas firmas de pequeno e médio porte italianas ocorre um impacto positivo tanto da inovação de produto quanto de processo sobre a produtividade, sendo o efeito deste último maior (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2009). A inovação de produto também se mostra positivamente relacionada à performance da firma em estudo da França, Alemanha, Suíça, Argentina, Brasil e México (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008). Na Malásia, a

produtividade é influenciada positivamente pela intensidade de investimento (ativo fixo por trabalhador), pela inovação de processos e pelo capital humano (percentagem de pessoas com diploma universitário), mas negativamente correlacionada à inovação de produto (LEE, 2008).

Enquanto Duguet (2006) encontra que somente inovações radicais contribuem para o crescimento da produtividade total dos fatores, Polder *et al.* (2009) destacam que, na Holanda, o efeito do investimento em tecnologia da informação e comunicações (ICT) sobre a produtividade ocorre através da inovação no caso do setor de serviços, e não possui impacto sobre a indústria. No caso italiano, tanto os gastos com P&D quanto ICT aumentam a inovação, apesar de a P&D ter um efeito maior (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2013).

Empresas industriais na Espanha aumentam a sua produtividade com o tamanho da empresa, o capital humano e físico, inovação de processo anterior e P&D realizado por outras empresas, no mesmo setor ou em outros setores (GOYA, VAYA e SURINACH, 2013). No caso grego, observa-se uma baixa produtividade da inovação (BENEKI *et al.*, 2012), ao passo que, em relação à Holanda, a inovação de produto e a de processo só afetam a produtividade se acompanhadas da inovação organizacional, tanto no setor de serviços quanto na indústria, havendo ainda uma complementariedade entre inovação de produto e processo nesta última (POLDER *et al.*, 2009).

Entre as firmas italianas de médio e pequeno porte, aquelas maiores e mais velhas parecem ser menos produtivas (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2009). Além disso, a força de trabalho qualificada afeta positivamente a produtividade de França, Suíça, Argentina, México e Brasil (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008), enquanto que políticas tecnológicas constituiriam instrumentos para aumentar a produtividade das firmas espanholas (HUERGO e MORENO, 2010). Tanto P&D quanto investimento em ICT impactam positivamente a produtividade das firmas italianas (HALL LOTTI e MAIRESSE, 2013).

O fato de a firma ser uma filial de uma multinacional estrangeira aumentou a intensidade de P&D e a produtividade das firmas na França, Alemanha, Suíça, Argentina, Brasil, México (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008) e Tailândia (BERGER, 2010). No caso chinês, as empresas estatais apresentam uma menor eficiência na produção de conhecimento. No entanto, uma vez que adquirem novos conhecimentos, parecem ser

capazes de usar as inovações de forma tão ou até mais eficaz do que empresas de outras formas de propriedade (JEFFERSON *et al.*, 2006). Lee (2008) aponta que na Malásia, ser uma firma doméstica afetará o produto da inovação positivamente.

Existem poucas aplicações do modelo CDM para o Brasil. Entre eles se destacam Esteves (2011), Silva e Avellar (2015) e Kannebley Jr e Ledo (2015). O primeiro autor modifica o modelo original ao focar no estoque de capital fixo e no crescimento da firma. Esteves (2011) encontra que empresas maiores, financiadas pelo governo, que operam em setores em que as patentes são muitas vezes utilizadas para proteger inovações e que têm mão de obra mais qualificada, são mais propensas a investir em P&D. Silva e Avellar (2015), contudo, destacam uma baixa significância das fontes de informação externas para o caso brasileiro, enquanto que variáveis de qualidade da mão de obra, de cooperação, tamanho de firma e do financiamento público parecem ser determinantes da intensidade de P&D.

Cabe destacar ainda que as empresas que receberam financiamento do governo foram mais propensas a se envolver em inovação de processo, o que indica que os incentivos oferecidos pelo governo brasileiro são direcionados para a compra de máquinas e equipamentos, e não ao acúmulo de conhecimentos por meio de P&D (ESTEVEVES, 2011). Financiamento do governo também possui efeito positivo sobre o gasto com inovação e sobre o esforço de inovação (KANNEBLEY JR e LEDO, 2015). Além disso, o esforço de inovação impacta positivamente a inovação de produto (KANNEBLEY JR e LEDO, 2015) além de a probabilidade de inovar aumentar com o investimento em P&D (SILVA e AVELLAR, 2015).

No que diz respeito à probabilidade de as empresas brasileiras realizarem inovações de produto, todas as fontes de informações foram importantes, com destaque para as informações fornecidas por clientes. Com relação à inovação de processo, todas as fontes contribuíram, com exceção das universidades (ESTEVEVES, 2011). O autor conclui ainda que as empresas que inovam em produto, em comparação com empresas que não o fazem, registram taxas de crescimento mais elevados em seu estoque de capital fixo. Entre as empresas que realizaram inovações de processo, o valor correspondente foi menor.

Silva e Avellar (2015) estimam um modelo CDM semelhante ao de Griffith *et al.*, (2006) para o triênio 2009-2011. Os autores destacam que, apesar de a probabilidade de inovar aumentar com o investimento em P&D, o nível de produtividade é influenciado

positivamente pela inovação de produto, ao mesmo tempo que negativamente pela inovação de processo. Ao considerar apenas a inovação de produto ou de processo, por sua vez, destaca-se que o impacto da inovação de processo passa a ser positivo sobre a produtividade. Apesar disso, Kannebley Jr e Ledo (2015) encontram que tanto a inovação de produto quanto a de processo, com destaque para a primeira, aumentam a produtividade do trabalho.

2.4. O caso brasileiro

A industrialização brasileira seguiu uma dinâmica de aproveitamento de economias de escala e de aglomeração, e concentração das atividades produtivas (DE NEGRI, SALERMO e CASTRO, 2005) fazendo com que o esforço tecnológico industrial nacional seja limitado na maioria dos setores (ZUCOLOTO e TONETO JUNIOR, 2005). Há uma heterogeneidade da indústria nacional em termos de esforços inovativos, sendo esta atribuída às diferenças tecnológicas existentes e, principalmente, à concentração do esforço inovador em algumas empresas (SANTOS, 2012).

As raízes históricas desse traço da indústria nacional devem-se, em parte, ao processo de substituição de importações, que limitou ou impediu a concorrência externa. As mudanças estruturais no Brasil ocorreram somente a partir de 1988 com a abertura comercial e com os programas de privatização. Como consequência dessa proteção inicial, as empresas domésticas não utilizaram a inovação como estratégia competitiva (ZUCOLOTO e TONETO JUNIOR, 2005) e, quando ocorreu a abertura comercial, o Brasil já havia estabelecido uma estrutura industrial estagnada e sem incentivo à inovação e à diferenciação de produtos (DE NEGRI, SALERMO e CASTRO, 2005).

Em comparação com os países desenvolvidos, países em desenvolvimento como o Brasil não foram capazes de internalizar o desenvolvimento tecnológico de setores da fronteira do conhecimento, assumindo um caráter passivo e dependente da importação de tecnologia nos seus processos inovativos (VIOTTI, 2001). Ao comparar os gastos em P&D com as aquisições de máquinas e equipamentos há uma maior produtividade marginal dos primeiros (SILVA, 2009). Contudo, Esteves (2011) aponta que o investimento em P&D influencia positivamente o investimento em capital fixo, acelerando o crescimento das firmas brasileiras. Firms que possuem uma intensidade de P&D maior, investem em média, 17%

mais em capital fixo do que as não intensivas. No Brasil, as atividades inovativas são importantes e explicam as diferenças setoriais (GOEDHUYS, 2007).

Uma análise do triênio 1998-2000 por Campos (2005) comprovou as limitações da indústria brasileira no que se refere ao desempenho inovativo em comparação com outros países. Viotti, Baessa e Koeller (2005) constataram ainda uma taxa de inovação da indústria brasileira significativamente menor em relação à observada na indústria dos países europeus. Apesar da maioria das firmas brasileiras ser de pequeno e médio porte, enquanto uma em cada três destas, realizaram, entre 2001 e 2003, algum tipo de inovação ou possuíam projeto de inovação em andamento, entre aquelas com mais de 500 funcionários, essa proporção sobre para pouco mais de sete em cada dez firmas (COELHO, DE NEGRI e NEGRI, 2006).

Em busca de uma maior competitividade, a diferenciação de produtos e processos e a inovação tecnológica tornaram-se elemento-chave no Brasil e no cenário mundial (DE NEGRI e SALERMO, 2005). Apesar disso, uma das características do sistema de inovação brasileiro continua sendo o baixo envolvimento com inovação por parte das firmas industriais e a pequena capacidade de realização de P&D (DE NEGRI, SALERMO e CASTRO, 2005).

Apesar de os investimentos em P&D do País estarem ligados a empresas voltadas principalmente ao mercado interno, estas teriam em sua estrutura de capital participação estrangeira (SILVA, 2009). O crescimento da empresa e o fato de a origem do capital das firmas ser estrangeira teriam impacto positivo em sua produtividade. (CARVALHO e AVELLAR, 2014). As transnacionais, no Brasil até 2004, possuíam indicadores de produtividade superiores às empresas de capital nacional (COELHO, DE NEGRI e NEGRI, 2006).

Entre 1996 e 2003, as firmas mais produtivas foram as que mais cresceram no Brasil, estando esse crescimento relacionado com o nível de exportação, de inovação, de escolaridade da força de trabalho e de investimento em atividades inovativas (DE NEGRI, ESTEVES e FREITAS, 2007). No País, as empresas inovadoras possuem mais trabalhadores qualificados se comparadas com as que não inovaram. A mesma diferença se observa em firmas que investem em P&D e que são exportadoras (COELHO, DE NEGRI e NEGRI, 2006).

No Brasil, o principal determinante da inovação é o fato de a firma possuir uma orientação de mercado voltada para fora, seguido do tamanho da empresa, o qual impacta

positivamente nesse desempenho inovativo. Destacam-se como determinantes da inovação de processo para o mercado, a origem de capital, se estrangeiro ou misto, e a distribuição setorial. Já em relação à inovação de produto para o mercado, um mercado internacional sólido para firma, e a origem do capital se destacam, apesar de o tamanho da firma e o fato de esta pertencer a um grupo também serem significativos (KANNEBLEY JR, PORTO e PAZELLO, 2005).

O coeficiente de importação e exportação das firmas industriais brasileiras são determinantes importantes da propensão a inovar. No entanto, há importância maior da exportação para as inovações de produto *vis-à-vis* as inovações de processo. Em relação aos tipos de gasto com inovação, a aquisição de formas de conhecimento técnico desincorporadas, por meio de gastos diretos com compra de P&D externo, licenciamento de tecnologias, aquisição de know-how, patentes e marcas registradas, serviços de consultoria e acordos de transferência de tecnologia, influencia mais a inovação de produto que de processo (GONÇALVES, LEMOS e DE NEGRI, 2008).

De uma forma geral, portanto, a inserção da firma no setor externo e o grau de concentração do seu mercado, além de seu nível de produtividade, das oportunidades tecnológicas do setor a que pertence, do tamanho da empresa e de sua origem de capital, são determinantes para a inovação das empresas brasileira. Contudo, embora positivo, o esforço inovativo interno (P&D) possuía menor impacto sobre a propensão de ocorrência de inovação, em relação à compra de P&D de outras empresas, por exemplo (GONÇALVES, LEMOS e DE NEGRI, 2008), indicando um traço do sistema brasileiro de inovação, composto por empresas que focam seus esforços em compras de máquinas para inovar (inovação de processo) e que possuem pouca capacidade interna de P&D para desenvolvimento de novos produtos para o mercado. A maior parte das firmas inovadoras nacionais realiza inovações de processo, enquanto poucas inovariam em produto (COELHO, DE NEGRI e NEGRI, 2006).

Características, como mudança organizacional, cooperação com os clientes, desenvolvimento do capital humano, utilização da tecnologia da informação e comunicações, inovação de produto e aprendizado através da exportação, aumentam os níveis de produtividade (GOEDHUYS, 2007). Uma das fontes de informação disponíveis à empresa para fins de inovação é a Universidade. No País, contudo, as relações entre as firmas e as

universidades, ao analisar a P&D interna, dependem do tamanho, setor, localização regional e, especialmente, capacidade de absorção de conhecimento externo. A relação universidade-empresa só terá sucesso quando as particularidades de atuação dos agentes forem consideradas (TURCHI e COELHO, 2012).

Sobre a inovação, diversos trabalhos sobre a realidade nacional mostram que o esforço inovativo e a diferenciação do produto impactam positiva e significativamente as empresas brasileiras (DE NEGRI e SALERMO, 2005). Embora a intensidade com que as empresas se envolvam em atividades de inovação seja dependente das características setoriais, as atividades de inovação são importantes em todos os setores inclusive os tradicionais, em que as empresas brasileiras têm uma vantagem competitiva (GOEDHUYS, 2007).

Enquanto Goedhuys (2007) aponta que o efeito da P&D sobre a produtividade, no Brasil, se dá apenas no longo prazo, Santos *et al.* (2014) não encontram uma correlação entre variáveis de inovação e performance das firmas. Dessa forma, o esforço em inovação e seu produto produziram impactos ainda pouco significativos na competitividade da indústria nacional (CARVALHO e AVELLAR, 2014).

Em nível desagregado, observa-se que firmas instaladas no Estado de Minas Gerais possuem menor probabilidade de investir em P&D do que firmas localizadas no Rio Grande do Sul, ao mesmo tempo em que possuem menor probabilidade de fazê-lo do que as empresas no Rio de Janeiro (MACEDO, 2004). Pode-se observar na última PINTEC (2011) que a maioria das empresas inovativas brasileiras se situam nas regiões Sul e Sudeste do País e com uma faixa de pessoal ocupado de até 500 funcionários (SILVA e AVELLAR, 2015). Há uma concentração regional das atividades produtivas, especialmente da indústria, no Sudeste, apesar da redução dessa importância na produção e no emprego industrial (COELHO, DE NEGRI e NEGRI, 2006).

Segundo um estudo divulgado pelo Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial - IEDI (2011), o país seria marcado por: baixa intensidade da P&D, baixo nível de recursos humanos na área de ciência e tecnologia, baixo desempenho da produção de patentes e reduzido nível de empresas executando inovação de produtos e/ou colaborando na realização de inovação. Silva e Avellar (2015) corroboram o estudo ao encontrarem uma baixa proporção de firmas que inovam e investem em P&D. Enquanto menos da metade das

firmas brasileiras possui resultado de inovação, apenas 16,73% investiram em P&D no triênio 2009-2011. Além disso, a inovação de processo predomina sobre as inovações mais significativas, de produto.

Cabe destacar ainda que 20% das empresas recorreu a algum tipo de apoio financeiro por parte do governo para conseguir inovar. Com relação às fontes de informação, os autores apontam que fornecedores, clientes e fontes internas à firma constituíram o principal mecanismo cooperativo de informação utilizado no desenvolvimento das inovações. Por outro lado, apenas 13,5% das empresas declararam participar de grupos de cooperação com fins de inovação (SILVA e AVELLAR, 2015).

3. ESTRATÉGIA EMPÍRICA

A estratégia empírica adotada no presente estudo é baseada em Griffith *et. al.* (2006) e Goya, Vayá e Suriñach (2013), que abordam a relação entre P&D, inovação e produtividade por intermédio do modelo CDM. Ao separar o processo de formação do conhecimento inovador e a concretização deste em resultado de inovação, essa abordagem assume que nem todo investimento em P&D efetivamente se transformará em uma inovação. Dessa forma, a utilização do P&D como medida de inovação superestimaria o resultado, o que traria problemas de robustez à análise (MAIRESSE e SASSENOU, 1991). Além disso, o P&D como medida direta de inovação não captura todos os aspectos inerentes a esse processo (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006), uma vez que nem toda inovação é desenvolvida em laboratórios de P&D (MICHIE, 1998) podendo surgir a partir de necessidades diárias e em situações informais dentro das firmas (ACS e AUDRETSCH, 1990). Ademais, algumas firmas que realizam esta atividade não a reportam (HUNTER, WEBSTER e WYATT, 2012).

Adicionalmente, o modelo CDM trata dois dos problemas econométricos mais comuns entre os estudos de inovação. Primeiramente, como o conjunto de firmas que realiza atividades inovativas é pequeno, a análise poderia se restringir a esse grupo não aleatório, o qual reporta a existência de gastos com inovação, apesar de não serem os únicos que o fazem. Isso incorreria em um potencial viés de seleção. O segundo problema surge de uma endogeneidade decorrente da simultaneidade entre as variáveis principais analisadas, esforço de inovação, resultados de inovação e produtividade. Na função de produção do conhecimento, por exemplo, firmas com maiores resultados de inovação investem mais em

atividades inovativas ao mesmo tempo em que aquelas que investem mais em P&D possuem maior probabilidade de inovar.

A maioria dos estudos que aplica o modelo CDM, por utilizarem pesquisas baseadas no CIS e por reconhecerem a alta relação entre P&D e inovação, escolhe o gasto em P&D como medida de insumo do processo inovativo. No caso brasileiro, o uso das informações de gastos de P&D são provenientes da PINTEC, a qual traz a despesa com pesquisa interna das firmas referente ao último ano do triênio investigado. Em suas várias edições, a PINTEC tem informações de gastos de P&D vinculadas a 2000, 2003, 2005, 2008 e 2011, enquanto a maior parte das outras variáveis disponíveis se referem ao triênio, respectivamente, 1998-2000, 2001-2003, 2003-2005, 2006-2008 e 2009-2011. O uso de gastos de P&D traria, então, a introdução de vieses nas estimativas arretando limitações analíticas. Assim, a fim de contornar este problema utilizou-se, paralelamente à medida de intensidade de gasto em P&D, outra medida de insumo de inovação, construída de forma trienal, que é o pessoal ocupado técnico-científico (PoTec). A escolha da PoTec se justifica porque ela se trata de uma proxy de esforço tecnológico que apresenta correlação com os gastos internos e externos de P&D maior que 90 por cento (ARAÚJO, CAVALCANTE e ALVES, 2009), além de incorporar na análise o conhecimento tácito desses trabalhadores. Essa variável, assim como todas as utilizadas no modelo, será descrita em detalhes no próximo capítulo.

Cabe destacar ainda que a maioria dos trabalhos que utilizam esse modelo estrutural o fazem por meio de uma *cross-section* e, assim, não controlam a heterogeneidade não observada das firmas nem a defasagem temporal entre a decisão de investir em P&D e o resultado de inovação. O presente estudo avança metodologicamente ao aplicar o modelo CDM para a realidade nacional, considerando a evolução temporal da relação entre esforço de P&D, inovação e produtividade, ao utilizar dados em painel. Isso só se faz possível pela utilização dos microdados de firmas disponibilizados pelo MTE, no caso da variável PoTec, e IBGE para os anos 2000, 2003, 2005, 2008, 2011, para as variáveis inovativas.

Com essa abordagem, deseja-se contribuir para a literatura em, ao menos, três aspectos: 1) testar a utilização de outra variável de insumo inovativo (PoTec), diferente dos gastos em P&D; 2) usar um painel de dados para a estrutura do modelo CDM; e 3) trazer novas evidências sobre a relação entre insumo e produto de inovação, e entre inovação e produtividade ao nível de microdados de firmas, para o caso brasileiro.

3.1. Modelo proposto¹

A inovação é um processo de aprendizado envolvendo múltiplos insumos (KLINE e ROSEMBERGE, 1986). Portanto, ao se discutir o processo inovativo da firma, deve-se examinar não apenas os investimentos financeiros de P&D, mas também o uso de capital humano para o desenvolvimento de diferentes tipos de inovação, e o próprio resultado inovativo. Dado que os indivíduos são uma das principais fontes detentoras do conhecimento tácito, a fim de estender a análise da inovação, testa-se, alternativamente, como medida de esforço inovador dentro da estrutura do modelo CDM, investimento em P&D e a medida denominada PoTec, a qual está relacionada ao investimento de P&D interno e externo e ao conhecimento tácito gerado no processo inovativo.

Assim, seguindo o modelo apresentado por Griffith *et al.* (2006), propõe-se a formação de um modelo recursivo de 4 equações: 1) a decisão da firma de realizar atividades inovativas em nível suficiente para que este seja observado; 2) a intensidade com a qual a firma investe nesse insumo de inovação, seja ele o gasto de P&D puro ou a intensidade de PoTec; 3) a função de produção do conhecimento ou de inovação, limitada à definição de inovação de produtos e/ou processos novos para o mercado; 4) a função de produção final da firma, em que conhecimento é um insumo e a produtividade é a medida de produto.

O modelo é dito recursivo no sentido de que as 4 equações são estimadas em três estágios definidos, cada um sendo modelado como determinante do próximo estágio. Tem-se, portanto, as duas primeiras equações modelando o esforço de P&D, ou seja, a decisão de investir em P&D e a intensidade desse investimento, primeiro estágio, o qual é determinante para a função de produção de conhecimento (segundo estágio) representada pela terceira equação. A inovação (produto do segundo estágio), por sua vez, determina a produtividade do trabalho estimada no terceiro estágio do modelo, representada na equação 4 pela função de produção final. Cabe ressaltar que, por se tratar de um modelo recursivo, o efeito reverso

¹ A formalização do modelo constitui uma alteração e uma extensão dos apresentados por Crépon, Duguet e Mairesse (1998), Griffith *et al.* (2006), Mairesse e Robin. (2012) e Goya, Vayá e Suriñach (2013).

das variáveis não é um problema, uma vez que a endogeneidade é tratada (GRIFFITH *et al.*, 2006).

Tal procedimento que segue Griffith *et al.* (2006) permite, ao contrário de muitos estudos que aplicam a metodologia CDM, estimar o modelo para todas as firmas da indústria brasileira, e não apenas para as inovativas. Em primeiro lugar, estimam-se as equações 1 e 2 para todas as firmas que respondem a pesquisa, e a partir daí, utiliza-se, como *proxy* do esforço inovativo, o valor predito desta para todas as firmas. Este é colocado assim dentro da função de produção do conhecimento, representada pela equação 3. O mesmo ocorre na equação de produtividade, em que o valor predito obtido da função de produção de conhecimento é utilizado como *proxy* de inovação.

Dessa forma, o modelo reflete o fato de que todas as firmas realizam algum tipo de esforço inovador apesar de nem todas reportarem esse esforço. Por exemplo, os trabalhadores dentro do processo de produção tentam aperfeiçoar um processo do qual fazem parte. Contudo, se esse esforço não atinge um nível de resultado, este não é reportado (GRIFFITH *et al.*, 2006, POLDER *et al.*; 2009).

Formalmente, pode-se descrever o modelo da forma que se segue abaixo. O primeiro estágio constitui a parte do modelo referente aos esforços inovativos realizados pela firma ao modelar o processo de decisão sobre o início de um projeto de pesquisa e quanto se investe neste. Sendo $i=1, \dots, N$ o indicador de firmas e $t=1, \dots, 4$ o correspondente ao tempo, o esforço inovador da firma é descrito sob a forma:

$$IPD_{it}^* = x_{it}^{(2)'} \beta^{(2)} + \alpha_i^{(2)} + e_{it}^{(2)} \quad (5)$$

em que se considera IPD^* uma variável latente não observada, e $x_{it}^{(2)}$ o vetor de determinantes do investimento em atividades inovativas, β o vetor de parâmetros de interesse, $\alpha_i^{(2)}$ o efeito não observado da firma e $e_{it}^{(2)}$ o termo de erro. Contudo, cabe ressaltar que a intensidade desse investimento é observada apenas quando a empresa afirma desenvolver P&D em algum nível ou, no caso de considerarmos o investimento em PoTec como medida de esforço inovador, quando esta decide ter trabalhadores considerados PoTec no triênio.

Dessa forma, só seria possível estimar diretamente a equação 5 com o risco de incorrer em viés de seleção.

A fim de corrigir esse possível viés, assume-se a equação 6 como equação de seleção, a qual indica se a firma realiza algum esforço de inovação:

$$PD_{it} = \begin{cases} 1 & \text{se } PD_{it}^* = x_{it}^{(1)'}\beta^{(1)} + \alpha_i^{(1)} + e_{it}^{(1)} > \bar{c} \\ 0 & \text{se } PD_{it}^* = x_{it}^{(1)'}\beta^{(1)} + \alpha_i^{(1)} + e_{it}^{(1)} \leq \bar{c} \end{cases} \quad (6)$$

em que PD_{it} é uma variável binária observável que assume valor igual 1 se a empresa afirma que atividades de P&D possuem alguma importância dentro dela, e igual zero caso afirme que não desenvolveu essa atividade. No caso da utilização da variável de PoTec como medida de insumo de inovação, a variável assume o valor 1 caso o número de trabalhadores PoTec dentro da firma no triênio seja maior que zero, pois neste caso entende-se que a firma realizou investimento no período. Assume valor 0, caso contrário.

A variável latente PD_{it}^* indica que a firma declara gastar com atividades inovativas quando este investimento estiver acima de um dado valor limite \bar{c} , o qual indica o limite de esforço inovador a partir do qual se começa a reportar o gasto em pesquisa. No caso da variável PoTec, esse valor limite é qualquer número maior que 0. Por fim, $x_{it}^{(1)}$ corresponde ao vetor de variáveis que explica a decisão de realizar pesquisa, $\alpha_i^{(1)}$ captura o efeito não observado da firma e $e_{it}^{(1)}$ corresponde ao termo de erro. Devido à estrutura de painel e o caráter binário da variável dependente, estima-se a equação 6 por um *probit de efeitos aleatórios de Chamberlain* (MUNDLAK, 1978; CHAMBERLAIN, 1980; WOOLDRIDGE, 2002), em que os efeitos individuais podem ser correlacionados com as médias individuais *within* dos regressores. Tal modelo de estimação será detalhado na próxima seção.

Dado que a intensidade de P&D representada pela equação 5 só é observada quando a firma realiza algum esforço de inovação, descrito na 6 equação acima, reescreve-se a primeira de forma que:

$$IPD_{it} = \begin{cases} IPD_{it}^* = x_{it}^{(2)'}\beta^{(2)} + \alpha_i^{(2)} + e_{it}^{(2)} & \text{se } PD_{it} = 1 \\ 0 & \text{se } PD_{it} = 0 \end{cases} \quad (7)$$

sendo IPD_{it} a variável observável referente ao investimento em atividades inovativas, ou seja, intensidade do gastos em P&D ou proporção de pessoal ocupado em vagas técnico-científicas (estoque de trabalhadores PoTec sobre o total de trabalhadores da firma). Estima-se a equação 7 a partir de um estimador consistente proposto por Wooldridge (1995). Nele, estima-se a equação por *mínimos quadrados ordinários empilhados*, incluindo como variáveis explicativas as razões *inversas de mills*, propostas por Heckman (1979). A descrição detalhada da metodologia proposta na presente tese será apresentada na próxima seção.

O segundo estágio relaciona o investimento nos insumos de inovação com a geração de seu produto. Dessa forma, a terceira equação do modelo constitui a função de produção do conhecimento descrita abaixo:

$$INO_{it} = \tau IPD_{it}^* + x_{it}^{(3)'} \beta^{(3)} + \alpha_i^{(3)} + e_{it}^{(3)} \quad (8)$$

em que INO_{it} corresponde ao conhecimento novo mensurado por uma *dummy* que assume valor um se a empresa introduziu produto e/ou processo novo ou significativamente aperfeiçoado para o mercado nacional/setor e IPD_{it}^* é a variável latente de esforço em inovação. Adicionalmente, $x_{it}^{(3)}$ é o vetor de variáveis que explicam o produto da inovação, $\alpha_i^{(3)}$ captura o efeito não observado da firma e $e_{it}^{(3)}$ corresponde ao termo de erro.

Como o esforço de inovação é determinado simultaneamente ao produto da inovação pode ocorrer um viés de simultaneidade na estimação, em outras palavras, a variável de esforço inovativo seria endógena à equação da função de produção de conhecimento, $E(e_{it}^{(3)} | IPD_{it}^*) \neq 0$. Isso se deve ao fato de ao mesmo tempo em que uma firma que investe em P&D possui maior probabilidade de desenvolver uma inovação nova, firmas mais inovativas investirão mais em P&D. Essa possível correlação entre a variável de esforço inovador e termo de erro tornaria as estimações inconsistentes.

A fim de corrigir essa possível fonte de viés e expandir a análise para todas as firmas, segue-se o procedimento proposto por Griffith *et al.* (2006) e assim, utiliza-se como *proxy* para o esforço inovador seu valor predito e estimado a partir da equação 7 e aqui representado

como \widehat{IPD}_{it}^* . Dessa forma, ao invés de seguir os estudos que visam determinar apenas os fatores que geram o produto da inovação e usar dentro da função de produção do conhecimento a variável de esforço inovador observada, isto é, a intensidade do gasto com P&D interno ou do estoque de trabalhadores PoTec, utiliza-se no presente estudo os valores preditos dessas variáveis para determinar o produto da inovação.

Essas *proxies*, variáveis preditas, permitem instrumentalizar o esforço inovador das empresas porque são exógenas ao modelo, $Cov(\widehat{IPD}_{it}^*, e_{it}^{(3)}) = 0$, e altamente correlacionadas com as variáveis originais. Ao utilizar os valores preditos das variáveis de insumo de inovação, essas estariam sendo estimadas fora da função de produção do conhecimento, minimizando-se o viés. A equação 8 é estimada por meio de um *probit de efeitos aleatórios de Chamberlain* (MUNDLAK, 1978; CHAMBERLAIN, 1980; WOOLDRIDGE, 2002), em que se relaxa a pressuposição de não correlação entre o termo de erro e os regressores. Torna-se importante considerar essa correlação pois as características intrínsecas ao processo de inovação fazem parte do termo de erro, podendo estar correlacionadas com as explicativas, por exemplo, a capacidade criativa e a cultura de inovação da empresa seriam correlacionadas com o esforço de inovação e com as características observáveis da firma, como tamanho desta.

A última equação do modelo corresponde a uma função de produção de Cobb-Douglas, em que a firma, com retornos constantes de escala, gera um produto utilizando capital e conhecimento como insumos:

$$Y_{it} = \pi_{it} INO_{it}^* + x_{it}^{(4)'} \beta^{(4)} + \alpha_i^{(4)} + e_{it}^{(4)} \quad (9)$$

Sendo o produto, Y_{it} , medido a partir da produtividade do trabalho, $x_{it}^{(4)}$ corresponde ao vetor de variáveis de controle mais a variável de capital, a qual será calculada pela intensidade do gasto em máquinas e equipamentos. A variável latente INO_{it}^* , por sua vez, como *proxy* do conhecimento gerado, é medida a partir do valor predito da equação 8, dado o viés de simultaneidade presente na relação entre inovação e produtividade. Portanto, seguindo o procedimento adotado no estágio anterior, instrumentaliza-se a variável

observada de inovação, *dummy* de inovação nova para o mercado/setor, a partir do seu valor predito. O último passo é estimado por meio de um *estimador de efeitos fixos*.

Apesar da formalização do modelo apresentada acima se referir ao caso da estimação dos dados em painel, representado pelo subscrito t , o exercício também foi estimado para as *cross-section*. No caso da modelagem triênio-a-triênio, a equação 6 será estimada por um modelo *probit*. A equação 7, por sua vez, ao estar condicionada à firma realizar atividades de P&D, seleção amostral, será estimada conjuntamente a equação 6 a partir de um modelo *Tobit do tipo II*. No segundo estágio, equação 8, optou-se por utilizar um modelo *probit*, enquanto o terceiro estágio será estimado via MQO. Estes métodos econométricos, assim como os apresentados acima, serão descritos na seção 3.2.

3.2. Modelos Econométricos²

Entre os procedimentos de estimação do exercício empírico proposto, tem-se primeiramente a estimação da equação que representa a tomada de decisão de investimento em P&D representada pela equação 6. A fim de verificar quais fatores influenciam a firma a iniciar esforços inovativos utilizar-se-á, no caso do painel de dados, o método *probit de efeitos aleatórios de Chamberlain*, proposto inicialmente por Mundlak (1978). A escolha do método se justifica dado o caráter binário da variável dependente e a limitação imposta pelo método *probit de efeitos aleatórios*, o qual impõe a não correlação entre qualquer variável explicativa e o termo de erro da equação. A especificação proposta pelo autor permite alguma correlação entre o efeito aleatório e os regressores ao incluir na estimação um vetor de médias das variáveis que variam no tempo.

Já em relação a intensidade com que a firma investe em P&D (equação 7), esta só é observada no caso de a empresa decidir realizar esforços inovativos. Sendo assim, com o objetivo de levar em consideração o viés de seleção inerente a não observação do investimento realizado pelas empresas que reportam dispêndio de P&D, estima-se a equação utilizando o estimador consistente proposto por Wooldridge (1995), no caso do painel. Quando se considera mais de um ano na análise o modelo de estimação proposto por

² A descrição dos modelos econométricos está baseada em Mundlak (1978), Heckman (1979), Chamberlain (1980), Wooldridge (1995) e Wooldridge (2002).

Heckman (1979) não é possível. Obtém-se o estimador não viesado ao incluir na estimação da intensidade de P&D via mínimos quadrados ordinários, as razões inversas de Mills. Estas são calculadas para cada ano através da estimação da equação de seleção, um *probit* em cada ano. Cabe ressaltar contudo que no caso das estimações do modelo para cada *cross-section*, estimar-se-á o sistema das equações 6 e 7 diretamente por meio do procedimento de Heckman (1979).

Seguindo a metodologia para painel utilizada na estimação da equação 6, a função de produção do conhecimento (equação 8) é estimada via *probit de efeitos aleatórios de Chamberlain*. Para as estimações ano a ano, utilizou-se o modelo *probit* com a estimação de variância robusta. Por último, a equação 9, que representa a função de produção final da firma, é estimada por meio da metodologia de *mínimos quadrados ordinários*, quando a análise se limita a um ano, e *método de efeitos fixos* no caso de considerar os anos disponíveis. Este último método é utilizado porque é possível haver a presença de um efeito não observado da firma afetando a sua produtividade.

3.2.1. Modelo Probit

Os modelos de resposta binária assumem a forma:

$$P(y = 1|\mathbf{x}) = G(\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}) \equiv p(\mathbf{x}) \quad (10)$$

em que y corresponde a variável dependente binária, \mathbf{x} o vetor de variáveis explicativas e $\boldsymbol{\beta}$ o vetor de parâmetros. Para o modelo de probabilidade linear, $G(z)=z$ é a função identidade, ou seja, as probabilidades de resposta não podem estar entre zero e um para todos \mathbf{x} e $\boldsymbol{\beta}$.

O modelo representado pela equação 10 é geralmente chamado de modelo índice uma vez que restringe a forma como a probabilidade de resposta depende de \mathbf{x} : $p(\mathbf{x})$ é função de \mathbf{x} somente através do índice

$$\mathbf{x}\boldsymbol{\beta} = \beta_1 + \beta_2x_2 + \dots + \beta_Nx_N \quad (11)$$

sendo N o número de observações. A função G mapeia o índice dentro da probabilidade de resposta e geralmente corresponde a uma função de distribuição cumulativa.

O modelo *probit* é um caso especial da equação 10 com

$$G(z) \equiv \Phi(z) \equiv \int_{-\infty}^z \phi(v)dv \quad (12)$$

em que $\phi(z)$ é a densidade padrão normal. Tem-se portanto que:

$$\phi(z) = (2\pi)^{-1/2} \exp(-z^2/2) \quad (13)$$

O modelo em que $G(\cdot)$ é uma função de distribuição cumulativa pode ser representado de forma mais genérica por meio de um modelo de variáveis latentes como:

$$y^* = \mathbf{x}\boldsymbol{\beta} + e, \quad y = 1[y^* > 0] \quad (14)$$

sendo e uma variável continuamente distribuída e independente de \mathbf{x} , e simétrica em torno de zero. Se G é uma função de distribuição cumulativa de e , $1-G(-z)=G(z)$ para os valores reais de z . Assim,

$$P(y = 1|\mathbf{x}) = P(y^* > 0|\mathbf{x}) = P(e > -\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}|\mathbf{x}) = 1 - G(-\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}) = G(\mathbf{x}\boldsymbol{\beta}) \quad (15)$$

que corresponde à equação 10. O modelo *probit* pode ser obtido por meio dessa formulação de variável latente quando e tem uma distribuição padrão normal.

Para o caso do painel, em que se considera o efeito não observado c_i , supõe-se o modelo:

$$P(y_{it} = 1|\mathbf{x}_i, c_i) = P(y_{it} = 1|\mathbf{x}_{it}, c_i) = G(\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + c_i), \quad t = 1,2,3,4,5 \quad (16)$$

em que $G(\cdot)$ é uma função conhecida que assume valores dentro de um intervalo de unidade aberto e segue um função densidade cumulativa normal (*probit*). A variável dependente binária, decisão de investir em P&D e *dummy* de inovação nova para o mercado/setor – equações 6 e 8, é determinada por um vetor \mathbf{x}_{it} que inclui *dummies* de tempo, *dummies* de setor, *dummies* de tamanho de firma, e outras variáveis de controle, além de no caso da equação 8 incluir a *proxy* para esforço inovador. Os períodos considerados são 2003, 2005, 2008 e 2011. As variáveis serão descritas em detalhes na próxima seção.

Analisando a equação 16, pode-se afirmar que a primeira igualdade aponta para uma exogeneidade estrita de \mathbf{x}_{it} condicionada a c_i , ou seja, uma vez que c_i está condicionado, somente \mathbf{x}_{it} aparecerá na probabilidade de resposta no período t . A segunda igualdade, por sua vez, é a pressuposição padrão do *probit* na qual c_i aparece de forma aditiva às variáveis explicativas dentro do índice $G(\cdot)$. Dessa forma, as variáveis explicativas do modelo não podem ser correlacionadas com o termo de erro.

Além das pressuposições impostas na equação 16, uma hipótese padrão é de que os resultados são independentes condicionais a (\mathbf{x}_i, c_i) , ou seja, por causa da presença de c_i , o y_{it} é dependente através dos períodos (t) condicional apenas aos valores observados de \mathbf{x}_i :

$$y_{i1}, \dots, y_{i5} \text{ são independentes condicionais a } (\mathbf{x}_i, c_i) \quad (17)$$

Sob as condições 16 e 17 e a partir da densidade de y_{it} condicional a (\mathbf{x}_i, c_i) observa-se que a estimação da função sem restringir a relação entre c_i e \mathbf{x}_{it} traria uma estimação de c_i e dos parâmetros $\boldsymbol{\beta}$ sujeita ao problema do parâmetro incidental. Dessa forma, deve-se considerar mais uma restrição a fim de se obter estimações consistentes. Isso é possível a partir da estimação do modelo *probit com efeitos aleatórios*. Nele, adiciona-se às condições 16 e 17 a pressuposição abaixo:

$$c_i | \mathbf{x}_i \sim \text{Normal}(0, \sigma_c^2) \quad (18)$$

Esta implica que c_i e \mathbf{x}_i são independentes e que c_i tem uma distribuição normal. Como $\boldsymbol{\beta}$ e σ_c^2 podem ser estimados, o efeito parcial quando $c=0$, também pode ser obtido dentro da especificação. Como a variância do erro idiossincrático no modelo de variáveis latentes é igual a 1, a importância relativa do efeito não observado é medida por $\rho = \sigma_c^2 / (\sigma_c^2 + 1)$, o qual corresponde à correlação entre os múltiplos erros latentes, ou seja, $c_i + e_{it}$, entre dois períodos quaisquer.

Dada a restrição de não correlação entre o erro e os regressores, imposta pela equação 18, aplicou-se a especificação proposta por Mundlak (1978), a qual permite que os efeitos individuais sejam correlacionados com a média entre os indivíduos dos regressores:

$$c_i | \mathbf{x}_i \sim \text{Normal}(\psi + \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\xi}, \sigma_a^2) \quad (19)$$

Em que $\bar{\mathbf{x}}_i$ é a média de \mathbf{x}_{it} , $t=1, \dots, 5$ e σ_a^2 é a variância de a_i na equação $c_i = \psi + \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\xi} + a_i$. Sendo assim, σ_a^2 é a variância condicional de c_i , o qual é independente de \mathbf{x}_i . Relaxar a hipótese de não correlação entre as variáveis explicativas do modelo e o termo de erro é importante uma vez que características do processo de inovação que não são possíveis de serem mensuradas influenciam a tomada de decisão da firma de investir em pesquisa e fazem parte da construção da inovação e podem estar correlacionadas com as explicativas observáveis.

Ao considerar as hipóteses 16, 17 e 19, podemos escrever a variável latente como $y_{it}^* = \psi + \mathbf{x}_{it} \boldsymbol{\beta} + \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\xi} + a_i + e_{it}$, em que e_{it} é uma variável aleatória independente com distribuição Normal (0,1) condicional a (\mathbf{x}_i, a_i) , e $a_i | \mathbf{x}_i \sim \text{Normal}(0, \sigma_a^2)$. Seguindo Wooldridge (2002) essa ampliação do modelo será aqui chamada de *probit com efeitos aleatórios de Chamberlain*.

O modelo *probit com efeitos aleatórios* é aplicado para a estimação da equação da função de inovação (equação 7), sendo base para a equação de seleção amostral, no primeiro

estágio do modelo CDM proposto (equação 5). A utilização de um *probit* na equação de seleção, como instrumento para a correção do viés de seleção amostral, é tradicionalmente implementada pelos trabalhos que aplicam o CDM e é descrito em detalhes abaixo.

Cabe destacar ainda que dada a impossibilidade de se analisar a magnitude dos coeficientes da regressão probabilística, estima-se a razão de chance, aqui denominada OR. Esta é definida como a probabilidade de determinado evento ocorrer em relação a outro. Logo, se P_j é a probabilidade de sucesso (ou seja, $y_{it} = 1$) e $1 - P_j$ é a probabilidade de insucesso, a razão de chance a favor do evento é dada pela razão $P_j/1 - P_j$. Para facilitar sua interpretação, a razão de chance foi convertida em incremento percentual, o qual indica a probabilidade de mudança da categoria base ($y_{it} = 0$) em relação à categoria analisada ($y_{it} = 1$), a partir de variações em características dos trabalhadores. Nesse sentido, interpretou-se a razão de chance da seguinte forma: (razão de chance - 1) x 100.

3.2.2. Heckman

Os problemas de seleção amostral surgem devido à truncagem acidental, atrito no contexto de avaliação de programas e ausência de resposta que levam a dados perdidos (*missings*) da variável dependente ou das explicativas. O problema de truncagem foi modelado primeiramente por Gronau (1974), o qual pode ser escrito para um sorteio da população como:

$$y_1 = \mathbf{x}_1\boldsymbol{\beta}_1 + u_1 \quad (20)$$

$$y_2 = 1[\mathbf{x}\boldsymbol{\delta}_2 + v_2 > 0] \quad (21)$$

sendo y_1 e y_2 as variáveis dependentes, \mathbf{x} as variáveis explicativas, $\boldsymbol{\beta}$ e $\boldsymbol{\delta}$ os parâmetros e, u e v , os termos de erro, os quais correspondem a IPD_{it} , PD_{it} , $x_{it}^{(2,1)}$, $\beta^{(2,1)}$ e $e_{it}^{(2,1)}$, respectivamente, nas equações 6 e 7 do modelo proposto. A partir das equações 20 e 21, pressupõe-se que:

- i. (\mathbf{x}, y_2) são sempre observados e y_1 é observado apenas quando $y_2 = 1$. Ou seja, apesar de as variáveis explicativas do modelo e a decisão de investir em P&D serem observadas, a intensidade de investimento em P&D, medida alternativamente por intensidade do gasto com P&D e estoque de

trabalhadores PoTec, só é observada quando a firma toma a decisão de investir em pesquisa;

- ii. (u_1, v_2) são independentes de \mathbf{x} com média zero;
- iii. $v_2 \sim Normal(0,1)$; e
- iv. $E(u_1|v_2) = \gamma_1 v_2$.

Enquanto a pressuposição *i* enfatiza o problema de seleção amostral, *ii*, apesar de forte, constitui a pressuposição padrão de exogeneidade de \mathbf{x} , assim, as explicativas não podem ser correlacionadas com os termos de erro. Já a hipótese *iii* é necessária para poder derivar a expectativa condicional, dada a seleção amostral. Esta é provavelmente a pressuposição mais restritiva, uma vez que constitui uma hipótese explícita de distribuição e assume-se $Var(v_2) = 1$, dado que y_2 é binária. A pressuposição *iv*, por sua vez, requer uma linearidade na regressão da população de u_1 em v_2 . Esta sempre se sustenta se (u_1, v_2) são bivariadas normais, apesar de valer sob pressuposições mais fracas. Cabe destacar ainda que não se assume que u_1 é normalmente distribuída.

Amemiya (1984) classifica as equações 20 e 21 como um modelo *tobit do tipo II*. No presente estudo, ele será aplicado nas estimações das *cross-section*, para o primeiro estágio do modelo proposto.

Como y_1 , intensidade de P&D só é observado quando a firma decide realizar algum esforço em inovar, $y_2 = 1$, pretendeu-se estimar $E(y_1|\mathbf{x}, y_2 = 1)$ junto com $P(y_2 = 1|\mathbf{x})$. Sob as pressuposições *i-iv* acima e considerando a equação 21,

$$E(y_1|\mathbf{x}, v_2) = \mathbf{x}_1\boldsymbol{\beta}_1 + E(u_1|\mathbf{x}, v_2) = \mathbf{x}_1\boldsymbol{\beta}_1 + E(u_1|v_2) = \mathbf{x}_1\boldsymbol{\beta}_1 + \gamma_1 v_2 \quad (22)$$

A segunda igualdade aponta que (u_1, v_2) são independentes de \mathbf{x} . Analisando a equação 22, percebe-se que se $y_1 = 0$, o que significa que u_1 e v_2 não são correlacionadas, então $E(y_1|\mathbf{x}, v_2) = E(y_1|\mathbf{x}) = E(y_1|\mathbf{x}_1) = \mathbf{x}_1\boldsymbol{\beta}_1$. Como y_2 é uma função de (\mathbf{x}, v_2) , tem-se que $E(y_1|\mathbf{x}, y_2) = E(y_1|\mathbf{x}_1)$. Ou seja, se $y_1 = 0$, então não existe problema de seleção amostral e $\boldsymbol{\beta}_1$ pode ser estimado de forma consistente por Mínimos Quadrados Ordinários utilizando a amostra selecionada. Dessa forma, estabelecer que a intensidade de gasto com P&D é zero quando a empresa afirma não investir em pesquisa levaria a resultados inconsistentes.

Para o caso de y_1 ser diferente de zero, utiliza-se expectativas iteradas na equação 22:

$$E(y_1|\mathbf{x}, y_2) = \mathbf{x}_1\boldsymbol{\beta}_1 + \gamma_1 E(v_2|\mathbf{x}, y_2) = \mathbf{x}_1\boldsymbol{\beta}_1 + \gamma_1 h(\mathbf{x}, y_2) \quad (23)$$

sendo $h(\mathbf{x}, y_2) = E(v_2 | \mathbf{x}, y_2)$. Se $h(\mathbf{x}, y_2)$ é conhecido, então é possível estimar β_1 e γ_1 ao regredir y_1 com \mathbf{x}_1 e $h(\mathbf{x}, y_2)$, utilizando apenas a amostra selecionada, porção de firmas que declaram que P&D possui alguma importância. Na amostra selecionada, $y_2 = 1$, só é preciso encontrar $h(\mathbf{x}, 1)$. Contudo, $h(\mathbf{x}, 1) = E(v_2 | v_2 > -\mathbf{x}\delta_2) = \lambda(\mathbf{x}\delta_2)$, em que $\lambda(\cdot) \equiv \phi(\cdot)/\Phi(\cdot)$. A variável denominada lambda é a razão inversa de Mills, ou seja, é a razão entre a função densidade de probabilidade e a função de distribuição cumulativa da distribuição. Pode-se escrever, portanto:

$$E(y_1 | \mathbf{x}, y_2 = 1) = \mathbf{x}_1 \beta_1 + \gamma_1 \lambda(\mathbf{x}\delta_2) \quad (24)$$

A equação 24 permite estimar β_1 de forma consistente e torna claro que uma regressão de mínimos quadrados ordinários de y_1 por \mathbf{x}_1 utilizando a amostra selecionada omite o termo $\lambda(\mathbf{x}\delta_2)$, o que leva a estimadores de β_1 inconsistentes. Como apontado por Heckman (1979), a presença de viés de seleção pode ser interpretada como um problema de variável omitida na amostra selecionada, neste caso, haverá endogeneidade no modelo, pois a variável que não é medida entra no termo de erro e se correlaciona com as variáveis observáveis. Essa comparação se dá porque, apesar de somente \mathbf{x}_1 ser observado na esperança da população, $E(y_1 | \mathbf{x})$, outros elementos de \mathbf{x} aparecem na esperança da subpopulação, $E(y_1 | \mathbf{x}, y_2 = 1)$.

Segundo Heckman (1979), pode-se estimar β_1 e γ_1 de forma consistente utilizando a amostra selecionada ao regredir y_{i1} por $\mathbf{x}_{i1}, \lambda(\mathbf{x}_i \delta_2)$, utilizando-se, assim, a razão inversa de Mills para levar em consideração o viés de seleção. O problema surge na medida em que δ_2 não é observado e, portanto, não se pode computar o regressor $\lambda(\mathbf{x}\delta_2)$. É possível, contudo, obter um estimador consistente de δ_2 a partir de uma estimação de primeiro estágio de um *probit* da equação de seleção, no caso a equação de decisão em investir em P&D (equação 6). A partir do valor predito de $\delta_2, \hat{\delta}_2$, calcula-se a razão de Mills, e ao incluí-la na equação de interesse, a de intensidade do gasto em P&D - equação 7, têm-se um estimador consistente para os parâmetros.

Segue-se, portanto, o procedimento abaixo:

1. Obtêm-se o valor estimado $\hat{\delta}_2$ da estimativa do modelo *probit* para a equação de seleção, decisão de realizar algum esforço inovador, utilizando todas as N observações:

$$P(y_{i2} = 1 | \mathbf{x}_i) = \Phi(\mathbf{x}_i \delta_2) \quad (25)$$

2. Calcula-se a razão inversa de Mills $\hat{\lambda}_{i2} \equiv \lambda(\mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\delta}}_2)$.
3. Estima-se $\hat{\boldsymbol{\beta}}_1$ e $\hat{\gamma}_1$ a partir de uma regressão da amostra selecionada, y_{i1} por $\mathbf{x}_{i1}, \hat{\lambda}_{i2}$, ou seja, intensidade de investimento em P&D em função das explicativas e da razão de Mills. Esses estimadores são consistentes e \sqrt{N} -assintoticamente normais.

Em outras palavras, o procedimento de estimação teria então dois estágios. No primeiro, modelar-se-ia a probabilidade de se observar um resultado positivo para a variável dependente da equação de seleção e a razão de Mills seria calculada a partir do valor estimado dos parâmetros obtidos por este modelo *probit*. No segundo estágio, a razão de Mills é incluída como variável explicativa na equação de resultados, o que no presente caso, corresponde à equação 7.

Uma condição para a utilização do modelo de Heckman é que a equação de seleção deve ter pelo menos uma variável não correlacionada à variável dependente da equação de resultado. Tendo isso em mente, utilizaram-se na equação de seleção do modelo proposto (equação 6) as *dummies* de firma, mas excluem-se estas da equação 7. A exclusão dessas variáveis baseia-se em estudos anteriores (PODER *et al.*, 2009; MAIRESSE e ROBIN, 2012), em que constataram que o tamanho da firma, apesar de influenciar a probabilidade de a firma realizar P&D, não afeta o montante de P&D realizado por ela (GRIFFITH *et al.*, 2006). Ademais, de acordo com Freeman e Soete (1997), a concentração de gastos em P&D (medida de intensidade) nas firmas grandes é determinada pelo tamanho dos programas de P&D e não pelo tamanho da firma.

A fim de considerar os efeitos não observados, realizou-se o procedimento dos dois passos descritos acima, realizando as estimações para dados em painel, conforme proposto por Wooldridge (1995). Sendo a equação de interesse a equação 7 do modelo proposto, descrita de forma genérica como:

$$y_{it1} = \mathbf{x}_{it1} \boldsymbol{\beta}_1 + c_{i1} + u_{it1} \quad \text{com } t = 1, \dots, 5 \quad (26)$$

Em que y_{it1} , IPD_{it} , é observado apenas quando o indicador binário de seleção é unitário, $s_{it2} = 1$, no modelo, $PD_{it} = 1$. Sendo \mathbf{x}_{it} o conjunto de variáveis exógenas observadas no período t , assume-se que \mathbf{x}_{it1} é um subconjunto de \mathbf{x}_{it} . Supondo que, para cada período t , s_{it2} é determinada por uma equação *probit*, tem-se a forma reduzida da equação de seleção:

$$s_{it2} = 1[\mathbf{x}_i\boldsymbol{\psi}_{t2} + v_{it2} > 0], \quad \text{sendo } v_{it2}|x_i \sim \text{Normal}(0,1) \quad (27)$$

Assumindo o procedimento de Mundlak (1978) para a estimação, \mathbf{x}_i seria substituído por $(\mathbf{x}_{it}, \bar{\mathbf{x}}_i)$ no período t e os coeficientes seriam constantes no tempo para que os parâmetros fossem estimados por um *pooled probit*. Cabe destacar que a utilização da inversa de Mills dentro da estimação de efeitos fixos da equação de resultado não traria estimadores consistentes, assim, esta deve ser estimada por MQO *pooled*.

A estimação com correção para viés de seleção segue, portanto, o proposto por Chamberlain (1980), em que, assumindo a equação 27 como a equação de seleção e uma linearidade entre os valores esperados de c_{i1} e u_{it1} , e dado \mathbf{x}_i e v_{it2} , pressupõe-se:

$$i. \quad E(u_{it1}|\mathbf{x}_i, v_{it2}) = E(u_{it1}|v_{it2}) = \rho_{t1}v_{it2}, t = 1, \dots, 5 \quad (28)$$

$$ii. \quad E(c_{i1}|\mathbf{x}_i, v_{it2}) = L(c_{i1}|1, \mathbf{x}_i, v_{it2}) \quad (29)$$

Enquanto a hipótese 28 é considerada padrão e se mantém sob a normalidade conjunta de (c_{i1}, v_{it2}) quando o vetor é independente de \mathbf{x}_i , o pressuposto 29 implica que $E(c_{i1}|\mathbf{x}_i, v_{it2}) = \mathbf{x}_i\boldsymbol{\pi}_1 + \phi_{t1}v_{it2}$. Sendo assim, pela equação 27 e expectativas iteradas, $E(c_{i1}|\mathbf{x}_i) = \mathbf{x}_i\boldsymbol{\pi}_1 + E(v_{it2}|x_{it})$. Essa hipótese implica que:

$$E(y_{it1}|\mathbf{x}_i, v_{it2}) = \mathbf{x}_{it1}\boldsymbol{\beta}_1 + \mathbf{x}_i\boldsymbol{\pi}_1 + y_{t1}v_{it2} \text{ onde } y_{t1} \equiv \rho_{t1} + \phi_{t1} \quad (30)$$

Condicional a $s_{it2} = 1$:

$$E(y_{it1}|\mathbf{x}_i, s_{it2} = 1) = \mathbf{x}_{it1}\boldsymbol{\beta}_1 + \mathbf{x}_i\boldsymbol{\pi}_1 + y_{t1}\lambda(\mathbf{x}_i\boldsymbol{\psi}_{t2}) \quad (31)$$

Assim, calcula-se $\boldsymbol{\beta}_1$ de forma consistente ao estimar um probit para cada período t de s_{it2} em relação a \mathbf{x}_i , e em seguida calcular a inversa de Mills, $\hat{\lambda}_{i2}$, para todo i e t . Em seguida, regride-se o MQO *pooled* para a equação de resultado usando a seleção:

$$y_{it1} \text{ em relação a } x_{it1}, \mathbf{x}_i, \hat{\lambda}_{i2}, d2_t\hat{\lambda}_{i2}, \dots, dT_t\hat{\lambda}_{i2} \text{ para todo } s_{it2} = 1 \quad (32)$$

3.2.3. Método de efeitos fixos

Para a estimação da função de produção das firmas (equação 9), utilizou-se o método de efeitos fixos. Sendo i a representação das i firmas, e t , o tempo, considere um modelo de efeitos não observados para $T=3$ períodos (2003, 2005 e 2008):

$$y_{it} = \mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta} + c_i + u_{it}, \quad t = 1, \dots, T \quad (33)$$

em que \mathbf{x}_{it} corresponde as variáveis explicativas do modelo e c_i capta todos os fatores não observados constantes no tempo. Enquanto a abordagem de efeitos aleatórios para a estimação de $\boldsymbol{\beta}$ coloca c_i dentro do termo de erro ao pressupor que c_i é ortogonal a \mathbf{x}_{it} , o

procedimento de efeitos fixos relaxa esta hipótese ao permitir que c_i seja arbitrariamente correlacionado com \mathbf{x}_{it} . Nesse modelo, o erro u_{it} , é chamado de erro idiossincrático ou erro de variação temporal, pois representa fatores não observados que mudam ao longo do tempo e afetam y_{it} .

A primeira hipótese de identificação do modelo requer que $E(u_{it}|\mathbf{x}_i, c_i) = 0, t = 1, 2, 3, 4$, ou seja, necessita-se de uma exogeneidade estrita de $\{\mathbf{x}_{it}: t = 1, 2, 3, 4\}$ condicional ao efeito não observado. Dada esta condição, deseja-se estimar o parâmetro β a partir da transformação da equação que permite eliminar o efeito não observado c_i . Ao não se considerar o efeito não observado na estimação, pode-se incorrer em um viés de variável omitida. Esse viés é criado quando o modelo compensa essa omissão ao super ou subestimar o efeito das outras variáveis. Adicionalmente, como c_i é uma *proxy* dessa variável omitida, corrige-se esse viés ao inserir e depois eliminar essa variável.

A transformação de efeitos fixos ou transformação intragrupo (*within transformation*) subtrai da equação 33 sua média nos T anos. Ou seja, para cada i calculamos a média da equação ao longo do tempo e em cada t subtraímos da equação 33 a média obtida. Como c_i é constante no tempo ele aparece nas duas equações e ao realizarmos a subtração ele é expurgado da estimação. Tem-se, portanto:

$$y_{it} - \bar{y}_i = \beta(x_{it} - \bar{x}_i) + (u_{it} - \bar{u}_i), \quad t = 1, \dots, T \quad (34)$$

Sem o efeito não observado pode-se estimar a equação 34 por Mínimos Quadrados Ordinários Agrupados pois este utilizará a variação temporal em y e x dentro de cada observação do corte transversal. Esse estimador é chamado de estimador de efeitos fixos ou estimador intragrupo. Além da exogeneidade das explicativas, outras duas hipóteses do modelo são a homocedasticidade e a não-autocorrelação dos erros.

Sendo $\dot{y}_{it} = y_{it} - \bar{y}_i$ e $\dot{x}_{it} = x_{it} - \bar{x}_i$, o estimador de efeitos fixos, $\hat{\beta}_{FE}$, fica, portanto:

$$\hat{\beta}_{FE} = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^4 \dot{x}_{it}' \dot{x}_{it} \right)^{-1} \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^4 \dot{x}_{it}' \dot{y}_{it} \right) \quad (35)$$

4. DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS

A fim de verificar a relação entre insumo de inovação, seu produto e o desempenho da firma, o presente estudo combina 3 fontes de dados: a Pesquisa Industrial Anual – PIA

empresa; a Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC e a Relação Anual de Informações Sociais-Migra - RAIS-Migra. Enquanto as duas primeiras se referem a microdados das empresas industriais brasileiras, a última, apesar de possuir uma identificação de firma, corresponde a dados dos trabalhadores do setor formal brasileiro. Dessa forma, para que fosse realizada a junção dos dados da RAIS com as outras bases, agrupou-se o número de trabalhadores por firma, conforme será descrito na seção 4.2. Adicionalmente, como a maior parte das variáveis possui como fonte a PINTEC, construiu-se as variáveis retiradas da RAIS-Migra e da PIA, tendo como base os triênios disponíveis na PINTEC, ou seja, 1998-2000, 2001-2003, 2003-2005 e 2006-2008, além de 2009-2011, quando possível. Antes da junção das bases, a PINTEC possuía em cada triênio, respectivamente, 10.328, 10.624, 12.996, 15.926 e 14.063 firmas. Após a junção, ficou-se em cada período com 10.064, 10.269, 11.930, 13.956 e 14.063 empresas, respectivamente.

A base de dados da PIA foi utilizada apenas para a construção da *proxy* que visa medir o capital físico das firmas, utilizada na equação 9. Esta é uma pesquisa anual construída pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e visa identificar as características estruturais básicas das atividades industriais brasileiras, ao obter informações sobre a situação econômico-financeira de uma amostra de firmas da indústria.

A construção da variável “fluxo de máquinas e equipamentos” baseia-se em três indicadores da PIA: 1) gastos em reais com aquisições; 2) gastos com melhorias; e 3) gastos com baixas de máquinas e equipamentos. Assim, constrói-se a medida de gasto líquido com máquinas e equipamentos, descontando da soma do valor gasto em aquisições e melhorias o valor gasto com as baixas. Como o objetivo é ter uma *proxy* da intensidade de investimento em capital físico, divide-se o somatório do gasto líquido em máquinas e equipamentos do triênio pela receita líquida de vendas e, a fim de normalizar a variável, aplica-se o logaritmo. Obtém-se, portanto, a variável para as i firmas nos 5 períodos analisados, 2000, 2003, 2005, 2008 e 2011. As outras bases e variáveis utilizadas serão descritas nas próximas seções.

4.1. PINTEC

A PINTEC é uma pesquisa conduzida pelo IBGE com o objetivo de fornecer informações sobre as atividades inovativas realizadas pelas firmas da indústria brasileira.

Essa base abrange todo o território nacional e estende-se a todas as firmas ativas que possuem registro no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica do Ministério da Fazenda - CNPJ, e que estão classificadas, como industriais, no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) do IBGE. Cabe destacar que uma limitação, presente também na maioria das pesquisas de inovação, corresponde à restrição de informações no que tange às firmas não inovativas.

A pesquisa segue o Manual OSLO, o qual fornece a base conceitual e metodológica para a construção da base de dados nos moldes da *Community Innovation Survey – CIS*, e possui a maior parte de suas informações referentes aos triênios da análise. Assim, consideram-se as 5 edições da PINTEC disponíveis: a de 2000, que engloba aos anos de 1998 a 2000; 2003 que se refere aos anos de 2001 a 2003; 2005, que contém informações do período 2003 a 2005; 2008, referente ao período de 2006 a 2008, além da de 2011, a qual incorpora os anos de 2009 a 2011.

Apesar de utilizar todos os triênios disponíveis ao se trabalhar com o modelo ano a ano, ao estimar o painel, optou-se por utilizar os anos de 2003 a 2008. Tal escolha se justifica pela possibilidade de comparação com as estimações usando a variável PoTec, disponível até o ano de 2009, além do fato de os anos de 2000 e 2011 não possuírem todas as variáveis consideradas na análise desse painel. Adicionalmente, pelo fato de a base constituir uma amostragem estratificada, é necessária a aplicação de pesos tanto na construção das estatísticas quanto das regressões.

A pesquisa é construída para levar em consideração as características das empresas que poderiam estar relacionadas às estratégias e ao desempenho inovador. Dessa forma, definem-se atividades internas de P&D como o trabalho criativo, realizado de forma sistemática, visando aumentar o estoque de conhecimento e o uso desse último para desenvolver novas aplicações. Segundo Smith (2005), a inovação depende de colaboração e aprendizado interativo, envolvendo outras firmas e organizações. Além disso, a utilização de mecanismos de proteção garantem a apropriabilidade dos altos retornos dos investimentos em inovação e, assim, aumenta os incentivos as atividades de inovativas (SPENCE, 1984).

Com base nisso, os modelos propostos por esse trabalho utilizarão as seguintes variáveis da PINTEC as quais serão trabalhadas para a formação das variáveis finais do modelo:

- i. Importância das atividades de P&D realizada dentro da empresa;

- ii. Dispêndios com atividades internas de P&D;
- iii. Se a empresa introduziu produto novo ou significativamente aperfeiçoado para o mercado nacional (forma a variável de produto da inovação);
- iv. Se a empresa introduziu sistema logístico ou método de entrega novo ou significativamente aprimorado para seus insumos e produtos (forma a variável de produto da inovação);
- v. Importância de fornecedores, consumidores, competidores ou universidades como fonte de informação para o desenvolvimento de produtos e/ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados;
- vi. Dispêndios com aquisição de máquinas e equipamentos;
- vii. Origem do capital controlador da empresa;
- viii. Se a empresa é independente ou parte de um grupo;
- ix. Se a empresa afirma que esteve envolvida em arranjos cooperativos com outra(s) organização(s);
- x. Se a empresa afirma que utiliza de fonte de financiamento público para realizar inovação;
- xi. Principal mercado da empresa, se nacional ou estrangeiro;
- xii. Se a empresa usa patente, desenho industrial, marca registrada ou direito autoral para proteger a invenção, disponível apenas a partir de 2003;
- xiii. Se a empresa utiliza complexidade do desenho, segredo industrial ou tempo de liderança para proteger a invenção, disponível apenas a partir de 2003.

Adicionalmente, essa base disponibiliza ainda algumas variáveis agregadas retiradas de outras fontes. O presente estudo utilizará três dessas variáveis, as quais possuem como fonte original a PIA/PAS - Pesquisa Anual de Serviços: o valor de transformação industrial (VTI), o valor da receita líquida de vendas (RLV) e o pessoal ocupado (PO). Para a construção da variável de produtividade, que corresponde à variável dependente y_{it} da equação 9, divide-se o VTI pelo número de trabalhadores da firma (PO). A RLV é utilizada para verificar a intensidade dos gastos com P&D, com máquinas para inovação e dispêndios líquidos com máquinas e equipamentos. A fim de normalizar essas variáveis contínuas, uma vez que as outras variáveis são categóricas, tira-se o logaritmo.

4.2. Rais Migra

A RAIS-Migra constitui uma base de dados derivada do registro administrativo da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e permite o acompanhamento dos trabalhadores ao longo do tempo ao possibilitar a visualização de sua posição no mercado de trabalho formal antes e depois de um dado ano (MTE, 2008). O acompanhamento longitudinal dos trabalhadores das indústrias extrativa e de transformação é realizado pelo rastreamento do PIS (Programa de Integração Social), enquanto a identificação da firma se dá por meio de seu CNPJ.

Assim, tem-se a informação de trabalhador e empregador e possibilita-se a junção com outras bases, o que justifica sua escolha apesar de esta possuir as mesmas desvantagens de outros registros administrativos, ao se restringir ao setor formal da economia. Cabe ressaltar ainda que se manteve na base todos os trabalhadores da indústria extrativa e de transformação, inclusive aqueles trabalhadores que em algum momento saem do mercado formal de trabalho ou que por algum outro motivo não possuam alguma informação em dado momento, tornando o painel não balanceado.

Uma vez que o ano mais recente disponível na RAIS-Migra é o ano de 2009 e a fim de manter os mesmos anos disponíveis na PINTEC, utilizou-se como base os anos de 2000, 2003, 2005 e 2008. Entretanto, como a RAIS-Migra constitui um retrato do trabalhador em 31 de dezembro de cada ano, e como os anos disponíveis na PINTEC se referem aos triênios correspondentes, para construir a variável de 2000, por exemplo, utilizou-se os anos de 1998, 1999 e 2000. Para o ano de 2003, necessitou-se dos anos 2001 a 2003, para 2005, 2003 a 2005, e para 2008, 2006 a 2008.

Considerando o trabalho pioneiro de Blank e Stigler (1957) e partindo do fato de que a maior parte dos dispêndios em P&D correspondem aos gastos com os salários dos pesquisadores, visa-se construir a partir da RAIS-Migra uma variável capaz de mensurar o esforço inovador da firma em contraposição à variável de gasto com P&D interno, que foi retirada da PINTEC e descrita na seção anterior. Como esse objetivo, optou-se por utilizar a variável “pessoal ocupado técnico-científico” (PoTec), a qual foi originalmente proposta por Gusso (2006) e depois ajustada por Araújo, Cavalcante e Alves (2009). Indivíduos classificados como PoTec apresentam um coeficiente de correlação com os gastos internos e

externos com P&D maiores que 90% formando assim, uma uma proxy válida de esforço tecnológico (ARAÚJO, CAVALCANTE e ALVES, 2009).

Assim, ela é formada pelos grupos ocupacionais de ensino superior da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO): pesquisadores, engenheiros, diretores e gerentes de P&D e profissionais científicos, como apresentado no quadro 1. Como utiliza-se os anos de 1998 a 2001, anteriores a CBO 2002, fez necessário, nesses casos, a compatibilização das classificações.

Quadro 1: Grupos ocupacionais classificados como PoTec

Grupo ocupacional	Código CBO 2002
Pesquisadores	Pesquisadores (203)
Engenheiros	Engenheiros Mecatrônicos (202) Engenheiros civis etc. (214) Engenheiros agrônomos e de pesca (222)
Diretores e gerentes de P&D	Diretores de P&D (1.237) Gerentes de P&D (1.426)
Profissionais “Científicos”	Bioteecnologistas, geneticistas, pesquisadores em metrologia e especialistas em calibrações metereológicas (201) Matemáticos, estatísticos e afins (211) Profissionais de informática (212) Físicos, químicos e afins (213) Biólogos e afins (221)

Fonte: Araújo, Cavalcante e Alves (2009)

Após identificar esses trabalhadores das ocupações classificadas como PoTec na indústria extrativa e de transformação, agregou-se a base por firma e calculou-se a média de indivíduos PoTec por firma no triênio. Dessa forma, fez-se possível construir a proporção de trabalhadores PoTec no total de empregados, utilizada como *proxy* da intensidade de gasto com P&D. Ao realizar a junção com a base da PINTEC, obteve-se 10.060 firmas em 2000, 10.262 em 2003, 11.928 em 2005 e 13.957 em 2008. Observa-se uma consistência entre as firmas disponíveis na RAIS-Migra e as disponíveis na PINTEC, dado que o máximo de observações que se perde no ano após a junção das bases é de 1.967 em 2008.

Por fim, utilizar-se-ão as variáveis apresentadas no quadro 2, dentro do modelo descrito na seção 3.1. Neste contexto, dada a importância do P&D como principal forma de organização de pesquisa da firma (ROSENBERG, 1984) e seguindo a maioria dos resultados encontrados na literatura de Economia da Tecnologia, espera-se uma relação positiva entre

P&D e inovação e inovação e produtividade (CRÉPON, DUGUET, e MAIRESSE 1998; MAIRESSE e MOHNEN 2005; HALL e MAIRESSE 2006).

Como o processo inovativo possui um caráter arriscado e custoso (ARUNDEL *et al.*, 1997), as empresas tendem a inovar mais quando são capazes de proteger os retornos desse investimento (MAIRESSE e ROBIN, 2012), ao evitarem com isso o processo de imitação (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006) e transbordamento (ARROW, 1962). Espera-se, assim, um sinal positivo da variável que indica uso de proteção formal e estratégica (Prot_{it}). Ademais, como a inovação depende diretamente da colaboração e aprendizado entre firmas e organizações (SMITH, 2005), espera-se que as variáveis de Grupo, Cooperação e Fonte de informação apresentem uma relação positiva com os gastos de P&D e com a inovação.

O financiamento público, por sua vez, aumenta as chances de inovar (ESTEVEVES, 2011) ao mesmo tempo em que o capital estrangeiro elevaria as atividades e resultados inovativos porque empresas de capital controlador misto ou estrangeiro teriam acesso a conhecimento tecnológico e a financiamentos externos, provenientes de suas matrizes (POLDER *et al.*, 2009). Adicionalmente, o fato de a empresa ingressar no mercado internacional impulsiona as atividades inovativas puxado pela necessidade desta se manter competitiva neste mercado (VEUGELERS e CASSIMAN, 1999).

O tamanho da firma, por seu turno, influencia o tipo de projeto de inovação (FREEMAN e SOETE, 1997) e ganhos de escala na produção da inovação (SCHUMPETER, 1942), observando-se, na maioria dos estudos, uma relação positiva entre o tamanho da empresa e o nível de inovação (SCHUMPETER, 1942; SCHERER, 1980, GRIFFITH *et al.*, 2006). Apesar disso, alguns estudos encontram relação negativa entre a intensidade de P&D e o tamanho da firma (ACS e AUDRETSCH, 1988).

Quadro 2: Descrição das variáveis utilizadas e sinais esperados na regressão

Variável	Fonte	Definição	Tipo de variável/Sinal esperado
PD_{it}	PINTEC	Medida pela variável importância dada ao P&D, assim assume valor 1 se atribui alguma importância e 0 se a firma que não desenvolveu P&D. No caso da PoTec assume valor 1 quando o número de trabalhadores PoTec é maior que zero no triênio.	Variável dependente da equação 6
IPD_{it}	PINTEC RAIS-Migra	Dispêndios com atividades internas de P&D/RLV ou média de trabalhadores PoTec/PO.	Variável Dependente da equação 7 Explicativa na equação 8 (+)
INO_{it}	PINTEC	Assume valor 1 se a firma inova em produto ou processo para o mercado e 0, caso contrário.	Variável dependente da equação 8 Explicativa na equação 9 (+)
y_{it}	PIA/PAS PINTEC	Log do valor de transformação industrial sobre o número de trabalhadores da firma.	Variável dependente da equação 9
Grupo _{it}	PINTEC	Assume valor 1 se a firma declara fazer parte de um grupo e 0, caso afirme que não.	Variável explicativa das equações 6, 7 e 8 (+)
Coop _{it}	PINTEC	Assume valor 1 se a empresa afirma que esteve envolvida em arranjos cooperativos com outra (s) organização (ões) e 0, caso afirme que não.	Variável explicativa da equação 7 (+)
Multi _{it}	PINTEC	Assume valor 1 se a empresa possui capital controlar estrangeiro ou misto (estrangeiro e nacional) e 0, caso possua somente capital nacional.	Variável explicativa das equações 6, 7 e 8 (+)
Prot _{it}	PINTEC	Assume valor 1 se a empresa utiliza algum mecanismo formal ou estratégico para proteger sua inovação, e 0, caso afirme que não.	Variável explicativa das equações 7 e 8 (+)
Apgov _{it}	PINTEC	Assume valor 1 se a empresa utiliza algum financiamento público para inovar, e 0, caso contrário.	Variável explicativa das equações 6 e 7 (+)
MercInt _{it}	PINTEC	Assume valor 1 se a firma declara que seu mercado principal é fora do país e 0, caso afirme que é o nacional.	Variável explicativa das equações 6 e 7 (+)
Fonte _{it}	PINTEC	Dummies que assumem valor 1 se a firma utiliza declara que Fornecedores, Consumidores, Concorrentes ou universidades possuem alguma importância como fonte de informação, e 0 caso contrário.	Variável explicativa da equação 8 (+)
Imaqino	PINTEC	Log do gasto com máquinas e equipamentos para atividade inovativas sobre RLV.	Variável explicativa da equação 8 (+)
k_{it}	PIA empresa	Log do gasto líquido com máquinas e equipamentos sobre RLV.	Variável explicativa da equação 9 (+)
D. Firma _{it} , D. Setor _{it} e D. Ano _{it}	PINTEC	Dummies de tamanho de firma, de setor industrial e de ano.	Variável explicativa (+)

Fonte: Elaboração própria

Como os produtos brasileiros de alta intensidade tecnológica são dependentes da incorporação de máquinas e equipamentos não produzidos internamente (DE NEGRI, 2005), espera-se uma relação positiva entre o gasto com máquinas para inovação e o resultado do processo inovativo. Além disso, a introdução de uma nova máquina dentro da firma contribui principalmente para a inovação de processo (GRIFFITH *et al.*, 2006; MAIRESSE e ROBIN, 2012) ao modificar sua estrutura produtiva. Ademais, a incorporação de capital eleva a produtividade da firma (GOYA, VAYÁ e SUIÑACH, 2006), uma vez que permite que o produto cresça em maior proporção que o aumento dos insumos, além de introduzir novas formas de produzir o mesmo bem (HALL, 2013).

4.3. Estatísticas Descritivas³

A tabela 1 apresenta as características do setor industrial brasileiro no período de 2000 a 2011. Tendo em vista o triênio 1998-2000, representado pelo ano de 2000, cabe destacar que, puxado pela expansão do Produto Interno Bruto - PIB e das atividades industriais⁴, 17,5% das firmas entrevistadas realizavam atividade internas de P&D, 42,3% declararam ter tido algum tipo de inovação de produto e/ou processo e 14% inovação para o mercado.

Entre os triênios de 2000 (1998-2000) e 2003 (2001-2003), observa-se uma redução das atividades inovativas nas empresas brasileiras, as quais retraíram em 7% suas atividades internas de P&D, ao mesmo tempo em que a proporção de firmas que realizaram inovação nova para o mercado caiu para 8%. A melhora na economia em 2005 face a 2003 causou uma permanência do percentual de firmas que realizaram P&D entre os triênios de 2003 (2001-2003) e 2005 (2003-2005) em torno dos 10% e de firmas que inovaram em torno dos 46%. Destaca-se, ainda, que nesse período, 11% das firmas realizaram inovação nova para o mercado.

³ Todas as estatísticas foram realizadas usando a ponderação analítica, a qual utiliza os pesos de forma inversamente proporcional à variância de uma observação. Ou seja, as observações representariam as médias e os pesos são o número de elementos que deram origem à média.

⁴ Segundo as Sistema de Contas Nacionais do IBGE, no ano 2000, o PIB teve um crescimento anual de 4,4%, enquanto a indústria expandiu 4,8% atingindo as taxas de crescimento anual mais elevadas desde o período 1994/1993.

Tabela 1: Caracterização das firmas da indústria nacional no período de 2000-2011.

Total de Firmas	2000		2003		2005		2008		2011		Total do período	
	9.443		11.050		12.498		14.014		16.878		63.883	
	obs	%	obs	%								
Fazem PD	1.651	17,48	1.142	10,33	1.357	10,86	931	6,65	1.635	9,68	6.716	10,51
Inovam	3.993	42,28	4.932	44,63	5.769	46,16	7.258	51,79	8.083	47,89	30.034	47,01
Inovam em produto	2.462	26,07	3.334	30,17	3.825	30,61	4.933	35,20	4.527	26,82	19.081	29,87
Inovam em processo	3.168	33,55	3.953	35,77	4.584	36,68	5.976	42,64	7.118	42,18	24.799	38,82
Inovam pro mercado	1.324	14,02	922	8,35	1.386	11,09	1.973	14,08	2.610	15,46	8.215	12,86
Mercado Internacional	186	1,97	270	2,44	276	2,21	240	1,71	188	1,11	1.160	1,82
Grupo	345	3,65	374	3,39	432	3,45	1.167	8,32	1.013	6,00	3.331	5,21
Multinacional	277	2,94	262	2,37	267	2,14	386	2,75	433	2,56	1.625	2,54
Cooperação	482	5,10	205	1,86	503	4,03	785	5,60	1.398	8,28	3.372	5,28
Fonte info Fornecedor	3.266	34,58	3.472	31,42	4.320	34,56	5.678	40,51	6.484	38,41	23.218	36,34
Fonte info Consumidor	2.924	30,96	3.106	28,10	4.046	32,38	5.665	40,42	6.212	36,80	21.952	34,36
Fonte info Competidor	2.583	27,35	2.564	23,20	3.289	26,31	4.522	32,27	5.361	31,76	18.318	28,67
Fonte info Universidade	765	8,10	625	5,66	1.021	8,17	1.504	10,73	2.125	12,59	6.039	9,45
Proteção	-	-	1.667	15,08	1.877	15,02	2.730	19,48	-	-	6.274	9,82
Apoio do Governo	-	-	939	8,50	1.095	8,76	1.592	11,36	2.790	16,53	6.415	10,04
Tamanho <50	7.341	77,74	8.673	78,49	10.089	80,72	11.147	79,54	13.464	79,77	50.713	79,38
Tamanho >=50 & <100	1.077	11,40	1.203	10,89	1.272	10,18	1.562	11,15	1.862	11,03	6.977	10,92
Tamanho >=100 & <250	601	6,37	681	6,16	667	5,34	787	5,61	957	5,67	3.693	5,78
Tamanho >=250 & <1000	326	3,46	284	2,57	357	2,86	390	2,79	442	2,62	1.801	2,82
Tamanho >=1000	76	0,80	187	1,70	102	0,82	117	0,83	140	0,83	622	0,97
	média	DP	média	DP								
Gasto com máquinas/ Receita Líquida de Vendas	0,0000	0,0000	0,0233	0,0002	0,0192	0,0002	0,0258	0,0002			0,0113	0,0007
Gasto com máquinas p/ inovação/ Receita Líquida de Vendas	0,0001	0,0000	0,0351	0,0003	0,0664	0,0005	0,0605	0,0004	0,0946	0,0502	0,0480	0,0107
L. Produtividade	16,9736	0,0441	10,7185	0,0970	10,8439	0,0868	11,0607	0,0789	4,2438	0,0301	11,1152	0,0562
Gasto com P&D/ Receita Líquida de Vendas	0,0000	0,0000	0,0235	0,0014	0,0563	0,0116	0,0358	0,0022	0,0615	0,0069	0,0334	0,0027

Fonte: Elaboração Própria a partir dos dados da PINTEC

Ao considerar os anos de 2006 a 2008, por sua vez, aponta-se para um crescimento do PIB e dos componentes da demanda agregada, favorecendo um aumento da proporção de firmas que inovaram em produto e/ou processo (52%) e de firmas que inovaram em relação ao mercado (14%). Apesar disso, houve uma queda de 4% do percentual das firmas que realizaram atividades de P&D no período. Por causa da conjuntura de crise financeira mundial de 2008, por seu turno, o triênio 2009-2011 apresentou cenário adverso às firmas brasileiras, causando uma redução no percentual de firmas inovativas em relação ao período anterior (2006-2008), caindo esta de 52% para 48%. Todavia, aproximadamente 10% das firmas investiram em P&D interno e 15% delas inovaram para o mercado, percentual maior que no triênio anterior. Considerando os 5 períodos analisados, em torno de 10% das firmas realizaram atividades de P&D e 13% inovaram para o mercado, o que reflete o fato de que o esforço tecnológico industrial nacional é limitado na maioria dos setores (ZUCOLOTO e TONETO JUNIOR, 2005).

Outra forma utilizada pelas firmas para impulsionar a inovação é o gasto com máquinas (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2009). Neste contexto, destaca-se um maior nível de gastos com máquinas para fins de inovação em relação aos gastos com máquinas e equipamentos de uma forma geral e aos dispêndios com atividades internas de P&D. Tal preponderância também foi encontrada no Brasil por Gonçalves, Lemos e De Negri, (2008).

Sobre os tipos de inovação destaca-se ainda que em todos os períodos analisados observou-se que um percentual maior de firmas inovando em processo do que em produto. Enquanto que, em 2000, 26,07% das empresas afirmaram introduzir um produto novo para firma ou novo para o mercado, 36% declararam inovar em processo. Após oscilações no período, essa diferença de 10% sobe para 15% em 2011, quando aproximadamente 27% das empresas afirmaram inovar em produto e 42% inovaram em processo. Na média do período, 29,8% das empresas inovaram em produto e 38,8% em processo. Dada a baixa capacidade de realização de P&D por parte das firmas brasileiras (DE NEGRI, SALERMO e CASTRO, 2005), é condizente uma menor proporção destas inovando em produto (IEDI, 2011).

Dado que as firmas não inovarão se não puderem preservar o produto dessa inovação garantindo maiores lucros (MAIRESSE e ROBIN, 2012), é importante observar como o comportamento das firmas em relação a utilização de mecanismos de proteção. Assim, apesar dessa informação estar disponível somente para os triênios de 2003, 2005 e 2008, destaca-se

que, enquanto nos dois primeiros períodos, apenas 15% das firmas utilizam algum tipo de medida para proteger sua inovação, em 2008 esse percentual atinge 19%.

Ainda em relação a tabela 1, ao verificar a média de produtividade das firmas brasileiras, observa-se nela um reflexo das oscilações econômicas ao apresentarem queda em relação ao período anterior nos triênios marcados por uma retração econômica, 2003 e 2011. A variável de apoio do governo, por sua vez, começou a ser medida apenas a partir de 2003. Assim, observa-se que nos dois primeiros triênios dessa variável, 2003 e 2005, aproximadamente 8% das firmas utilizam algum tipo de financiamento do governo para fomentar a inovação, sendo que essa proporção quase dobra em 2011. Em 2008, em torno de 11% das empresas utilizam apoio do governo. Destaca-se, portanto, um crescimento da importância do financiamento público no decorrer do período sendo este capaz de aumentar o envolvimento da firma nas atividades de inovação (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008) e nos gastos com ela (BERGER, 2010).

As relações da empresa com o exterior impulsionam as atividades inovativas internas a partir principalmente de dois mecanismos: no primeiro, quando a empresa é controlada por capital externo ela passa a ter acesso a um conhecimento tecnológico ou a financiamentos indisponíveis para as firmas domésticas (POLDER *et al.*, 2009); no segundo, à medida em que a empresa vende seu produto no mercado internacional, passa a ser exigida em termos de qualidade e diversificação, assim, para se manter competitiva investe em inovação (VEUGELERS e CASSIMAN, 1999). Neste contexto, observa-se que na indústria nacional em torno de 2% das firmas possuem participação estrangeira no seu capital controlador em cada período. Além disso, aproximadamente 2% das empresas nacionais até o triênio de 2005 declararam que o principal mercado era o internacional, enquanto que em 2008 esse percentual cai para 1,7% e em 2011, após efeitos de retração da demanda mundial, cai novamente para 1,11%.

Em relação às fontes de informações utilizadas no processo inovativo, destaca-se que um percentual maior de firmas declarou que os fornecedores, seguidos dos consumidores, constituem uma fonte de informação importante para o desenvolvimento de produtos e/ou processos tecnologicamente novos ou substancialmente aprimorados. Na média 36% afirmam que fornecedores são uma fonte de informação utilizada no processo de inovação, enquanto que 34% utilizam como fonte os consumidores, 28,67% os concorrentes e 9,45%

as universidades. Apesar da importância da universidade como desenvolvedora de inovação e conhecimento tecnológico, há uma dificuldade de comunicação entre o meio acadêmico e as empresas (FUJINO, 2004), o que se reflete nesse baixo percentual. Isso se torna importante em termos de política uma vez que, para a fim de fomentar a inovação o governo poderia adotar políticas para intermediar essa relação (SEGATTO, 1996).

Dada a importância da colaboração e aprendizado entre organizações para o desenvolvimento de inovação (SMITH, 2005) destaca-se que o percentual de empresas que estiveram envolvidas em arranjos cooperativos com outra (s) organização(s) a fim de desenvolver atividades inovativas caiu drasticamente de 5% em 2000 para 1% em 2003, refletindo o contexto econômico desfavorável entre os triênios de 2000 e 2003. Nos outros triênios, contudo, essa proporção sobe, ficando em torno de 5% até 2008. A partir daí, o volume de empresas que cooperam para fins de inovação sobe para 8% em 2011. Destaca-se ainda que nos três primeiros períodos, apenas 3% das firmas brasileiras declararam fazer parte de um grupo. Esse percentual dobra em 2011, atingindo seu pico no triênio anterior quando tinha-se 8% como parte de um grupo. Cabe observar ainda que, em média, 79% das empresas pesquisadas possuem menos de 50 funcionários.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os países em desenvolvimento possuem diversas singularidades econômicas, com trajetória histórica que os distingue dos países desenvolvidos. Dessa forma, deve-se considerar os efeitos dessas diferenças na hora de analisar conhecimento, inovação e aprendizado (AROCENA e SUTZ, 2003). A fim de entender melhor a relação entre insumo e produto de inovação, e a produtividade das firmas da indústria nacional, amplia-se a análise originalmente proposta por Crépon, Duguet e Mairesse. (1998), ao aplicá-la ao caso brasileiro e utilizar-se dados de firmas para os triênios de 1998-2000, 2001-2003, 2003-2005, 2006-2008 e 2009-2011.

A partir do modelo descrito na seção 3.1, consideram-se dois exercícios de estimação. No primeiro, estimam-se as equações para cada um dos anos disponíveis, enquanto no segundo estima-se o modelo para um painel de dados considerando em ambos os casos duas medidas de insumo de inovação: a intensidade dos gastos em P&D interno e o estoque de trabalhadores PoTec em relação ao total de trabalhadores da firma. A vantagem de se testar

as duas medidas quando se considera o espaço temporal, se dá pelo fato de a variável de P&D interno se referir apenas ao gasto no último ano do triênio, enquanto que a variável de Potec considera os três anos.

Neste contexto, apresenta-se abaixo, respectivamente, as equações do modelo, especificando as variáveis explicativas que compõem as estimações.

Para o caso das *cross-section* tem-se as equações correspondentes às equações iniciais 6 e 7 da seção 3.1.:

$$PD_i = \alpha_1 + \alpha_2 prot_i + \alpha_3 mercint_i + \alpha_4 grupo_i + \alpha_5 multi_i + \alpha_6 Apgov_i + \alpha_7 D.firma_i + \alpha_8 D.Set_i + \varepsilon_i \quad (36)^5$$

$$IPD_i = \beta_1 + \beta_2 prot_i + \beta_3 mercint_i + \beta_4 grupo_i + \beta_5 multi_i + \beta_6 Apgov_i + \beta_7 D.Set_i + \beta_8 coop_i + e_i \quad (37)^6$$

A fim de identificar o modelo que controla a seleção amostral vê-se a necessidade de alguma variável da equação de seleção não ser incluída na equação de intensidade. Tendo em vista a escolha de diversas aplicações do modelo (MAIRESSE e ROBIN, 2012), optou-se por retirar as *dummies* de tamanho de firma. As equações 36 e 37 serão estimadas através do procedimento de Heckman (1989).

As equações 8 e 9 tornam-se, respectivamente:

$$ino_{it} = \delta_1 + \gamma \widehat{IPD}_i + \delta_2 prot_i + \delta_3 ffor nec_i + \delta_2 f consu_i + \delta_2 f compe_i + \delta_2 funi_i + \delta_3 multi_i + \delta_3 grupo_i + \delta_4 lmaquino_i + \delta_5 D.firma_i + \delta_6 D.Set_i + u_i \quad (38)^7$$

⁵ Decisão de investir em P&D sendo determinada por *dummies* de proteção, de principal mercado da firma ser o internacional, de fazer parte de um grupo, de ter tipo apoio financeiro do governo, de tamanho e de setor, respectivamente.

⁶ Intensidade de investimento em P&D sendo explicado pelas mesmas variáveis da equação anterior, com exceção das *dummies* de tamanho da firma. Inclui-se *dummy* para a condição de a firma cooperar com outras instituições para inovar.

⁷ Inovação para o mercado é determinada, respectivamente, pelo valor predito da intensidade de investimento em P&D, pelas *dummies* de proteção, de ter como fonte de informação fornecedor, consumidor, competidor e universidade, de ser multinacional, de fazer parte de um grupo, pela intensidade do gasto com máquinas para fins de inovação e pelas *dummies* de tamanho de firma e de setor.

$$y_{it} = \varphi_1 + \pi_i \widehat{\ln \delta}_i + \rho_i k_i + \varphi_2 D.firma_i + \varphi_3 D.Set_i + v_i \quad (39)^8$$

Dentro da estrutura de cross-section, a equação 38 é estimada por um probit e a 39 por um MQO.

Serão apresentados no presente estudo os resultados do modelo completo descrito acima e do mesmo modelo sem as variáveis de grupo e multinacional, aqui chamado de modelo reduzido. Optou-se por apresentar essas duas especificações porque a forma reduzida se aproxima de boa parte dos estudos que utilizam o CDM (MAIRESSE e ROBIN, 2012; GRIFFITH *et al.*, 2006) e a inclusão das variáveis de Grupo e Multinacional ser particularmente importante para os países em desenvolvimento (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008), tendo em vista que permitem o acesso a um conhecimento externo à firma.

Adicionalmente, para o caso do painel de dados, foi retirada a variável de proteção por ela não se mostrar significativa quando incluída. Neste caso ainda, por causa da importância da variável de apoio do governo, não se incluiu na análise o ano de 2000. Além disso, com o objetivo tornar os resultados comparativos para as duas variáveis de esforço de inovação, P&D e PoTec, serão apresentados somente os resultados para os três triênios presentes na RAIS, 2003, 2005 e 2008.

5.1. Resultados para as *cross-section*

5.1.1. Esforços de pesquisa: insumo de inovação

A fim de reduzir as diferenças de desenvolvimento entre as firmas, estas desenvolvem atividades inovadoras, ao utilizar, aplicar e transformar o conhecimento científico e tecnológico (FISCHER e VARGA, 2003; ROSENKOPF e ALMEIDA, 2003). Tendo em vista a importância do capital humano e investimento em P&D como principais insumos na formação da inovação (GRILICHES, 1979; COE e HELPMAN, 1995), consideram-se duas medidas de insumo de pesquisa, intensidade do gasto com P&D interno e intensidade de pessoal PoTec dentro da força de trabalho da firma. A utilização da PoTec como *proxy* de esforço tecnológico se justifica dada a alta correlação com as atividades de P&D interno e

⁸ Produtividade sendo determinada pelo valor predito da inovação para o mercado, pela intensidade do gasto líquido com máquinas e equipamentos e pelas *dummies* de tamanho de firma e de setor.

externo (ARAÚJO, CAVALCANTE e ALVES, 2009) e por incorporar na análise o conhecimento tácito incorporado nestes trabalhadores, conforme exposto na seção 4.2.

As tabelas 2 a 9 apresentam para cada ano os fatores que influenciam a decisão de investir em P&D, e dado seu resultado positivo, a sua intensidade de gasto⁹. As quatro primeiras tabelas (tabelas 2 a 5) apresentam os resultados no caso de incluir como controle as variáveis de multinacional e grupo (modelo completo) e as quatro últimas (tabelas 4 a 9) para o caso de se omitir essas variáveis (modelo restritivo).

A partir das tabelas 2 a 5, destaca-se que, o fato de a firma estar inserida no mercado internacional e afirmar que este é seu principal destino de produção, parece não afetar a decisão de realizar atividades de P&D e, na maioria dos casos, sua intensidade de gasto com essa atividade. Destaca-se ainda uma relação negativa entre a decisão de produzir para o mercado externo e a intensidade de gasto com P&D interno no ano de 2005 (tabelas 2 e 6) e de esforço inovativo em 2003 (tabela 4).

Apesar disso, no ano de 2008 (tabela 5), a decisão de se voltar para o mercado externo aumenta a probabilidade de investir em pessoal técnico científico em aproximadamente 51% (OR=1,5069) e a proporção desses profissionais na força de trabalho total da firma em 55% (OR=1,5535). Ao se reduzir a forma do modelo, tabelas 6 a 9, aponta-se ainda para uma relação positiva entre essas variáveis para o ano de 2011. Essa correlação positiva pode ter sido induzida pelo crescente aumento das exportações no período e se justifica uma vez que ao estar inserida no mercado internacional a firma, para manter sua competitividade, deve aumentar seus esforços inovativos (VEUGELERS e CASSIMAN, 1999).

Apesar de fundamental para a competitividade das firmas, por a inovação ser um processo arriscado e custoso (ARUNDEL *et al.*, 1997), muitas vezes as firmas utilizam mecanismos de proteção legal e estratégica a fim de garantir os retornos dos investimentos em inovação (SPENCE, 1984). Neste contexto, observa-se para essa medida, para as duas formas funcionais, em quase todos os anos, uma relação positiva entre a utilização de mecanismos de proteção à inovação e a decisão de investir em pesquisa e de quanto investir. A literatura teórica sugere que as empresas não inovarão se não puderem proteger o produto dessa inovação (MAIRESSE e ROBIN, 2012).

⁹ O controle para viés de seleção, razão de Mills da decisão de investir em pesquisa, mostrou-se significativo em todas as estimações tanto de intensidade de P&D e quanto de PoTec (Tabelas 2 a 9).

Tabela 2: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de gastos em P&D interno. Modelo completo. Período: 2003 e 2005

Variável dependente	2003			2005		
	Faz P&D		Intensidade de P&D	Faz P&D		Intensidade de P&D
	Coef	OR	Coef	Coef	OR	Coef
D. mercado internacional	0,1293 (0,1475)	1,1381 (0,1678)	0,3235 (0,5541)	-0,0750 (0,0895)	0,9277 (0,0830)	-0,9339*** (0,2427)
D. proteção	0,7052*** (0,0722)	2,0242*** (0,1461)	1,8920*** (0,3206)	0,6433*** (0,0639)	1,9027*** (0,1216)	0,9430*** (0,2472)
D. apoio do governo	-0,0665 (0,0805)	0,9356 (0,0753)	-0,1314 (0,2877)	-0,0665 (0,0749)	0,9356 (0,0701)	-0,2310 (0,1969)
D. multinacional	0,0011 (0,1073)	1,0011 (0,1074)	-0,4323 (0,3834)	-0,0784 (0,0717)	0,9246 (0,0663)	-0,3169 (0,2085)
D. grupo	0,0302 (0,0842)	1,0307 (0,0868)	-0,7004** (0,2767)	0,2135*** (0,0807)	1,2380*** (0,0999)	0,3009 (0,2294)
D. tamanho <50¹	-1,0338*** (0,1104)	0,3556*** (0,0393)		-1,3763*** (0,0926)	0,2525*** (0,0234)	
D. tamanho >=50 & <100	-0,7696*** (0,1082)	0,4632*** (0,0501)		-1,0960*** (0,0904)	0,3342*** (0,0302)	
D. tamanho >=100 & <250	-0,5200*** (0,0956)	0,5945*** (0,0569)		-0,7199*** (0,0785)	0,4868*** (0,0382)	
D. tamanho >=250 & <1000	-0,0633 (0,0799)	0,9387 (0,0750)		-0,4858*** (0,0680)	0,6152*** (0,0418)	
D. cooperação			-0,5332 (0,3251)			-0,1519 (0,1691)
Constante	-0,8109** (0,3257)	0,4445** (0,1448)	-8,4606*** (1,8551)	0,5632 (0,3454)	1,7564 (0,6066)	-4,7037*** (1,5130)
D. setor		Sim	Sim		Sim	Sim
Nº de OBS		4.846	4.846		6.743	6.743

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio-padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o procedimento de Heckman no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Tabela 3: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de gastos em P&D interno. Modelo completo. Período: 2008 e 2011

Variável dependente	2008			2011		
	Faz P&D		Intensidade de P&D	Faz P&D		Intensidade de P&D
	Coef	OR	Coef	Coef	OR	Coef
D. mercado internacional	0,0374 (0,1406)	1,0381 (0,1459)	0,0592 (0,3742)	0,2847 (0,2085)	1,3294 (0,2772)	0,8019 (0,6085)
D. proteção	0,4561*** (0,0918)	1,5780*** (0,1449)	0,9449*** (0,3225)			
D. apoio do governo	0,3115*** (0,1063)	1,3655*** (0,1452)	0,5776 (0,3633)	0,2264** (0,0996)	1,2540** (0,1249)	0,6488** (0,2932)
D. multinacional	0,1697 (0,1040)	1,1850 (0,1233)	0,0792 (0,3964)	0,1814 (0,1431)	1,1989 (0,1716)	-0,4264 (0,3381)
D. grupo	-0,0857 (0,1083)	0,9179 (0,0994)	-0,8339* (0,4818)	0,1967 (0,1268)	1,2174 (0,1543)	0,2773 (0,2630)
D. tamanho <50¹	-1,3369*** (0,0851)	0,2627*** (0,0223)		-1,4226*** (0,1037)	0,2411*** (0,0250)	
D. tamanho >=50 & <100	-1,2712*** (0,1074)	0,2805*** (0,0301)		-1,2645*** (0,1200)	0,2824*** (0,0339)	
D. tamanho >=100 & <250	-1,0331*** (0,0919)	0,3559*** (0,0327)		-0,8562*** (0,1024)	0,4248*** (0,0435)	
D. tamanho >=250 & <1000	-0,6076*** (0,0761)	0,5447*** (0,0414)		-0,4984*** (0,0849)	0,6075*** (0,0516)	
D. cooperação			0,1048 (0,2257)			-0,1661 (0,2591)
Constante	-0,1722 (0,2662)	0,8418 (0,2241)	-4,2462*** (1,2281)	0,8922*** (0,2774)	2,4405*** (0,6770)	-4,7402*** (0,7937)
D. setor		Sim	Sim		Sim	Sim
Nº de OBS		7.907	7.907		6.882	6.882

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota: 1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o procedimento de Heckman no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

**Tabela 4: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de PoTec. Modelo completo.
Período: 2003 e 2005**

Variável dependente	2003			2005		
	Utiliza PoTec		Intensidade de PoTec	Utiliza PoTec		Intensidade de PoTec
	Coef	OR	Coef	Coef	OR	Coef
D. mercado internacional	0,0377 (0,1174)	1,0384 (0,1220)	-0,2895** (0,1367)	0,1379 (0,1223)	1,1478 (0,1403)	0,2425 (0,1728)
D. proteção	0,1107 (0,0689)	1,1170 (0,0770)	0,2500** (0,0977)	0,1266** (0,0643)	1,1349** (0,0730)	0,3091*** (0,0799)
D. apoio do governo	-0,0300 (0,0735)	0,9705 (0,0713)	-0,0716 (0,1026)	0,0621 (0,0708)	1,0640 (0,0753)	0,0630 (0,0697)
D. multinacional	0,7547*** (0,1502)	2,1270*** (0,3194)	1,1695*** (0,1109)	0,9614*** (0,1199)	2,6153*** (0,3135)	1,0428*** (0,0737)
D. grupo	0,3517*** (0,1070)	1,4214*** (0,1521)	0,3361*** (0,0984)	0,3700*** (0,0849)	1,4478*** (0,1229)	0,4019*** (0,0737)
D. tamanho <50¹	-1,7976*** (0,1384)	0,1657*** (0,0229)		-3,1504*** (0,1346)	0,0428*** (0,0058)	
D. tamanho >=50 & <100	-0,9097*** (0,1379)	0,4026*** (0,0555)		-2,1937*** (0,1277)	0,1115*** (0,0142)	
D. tamanho >=100 & <250	-0,3674*** (0,1341)	0,6926*** (0,0929)		-1,5308*** (0,1189)	0,2164*** (0,0257)	
D. tamanho >=250 & <1000	0,3734*** (0,1376)	1,4527*** (0,1999)		-0,7914*** (0,1176)	0,4532*** (0,0533)	
D. cooperação			0,0554 (0,0793)			0,2562*** (0,0718)
Constante	0,5237** (0,2049)	1,6883** (0,3460)	-5,7817*** (0,2112)	1,9276*** (0,4711)	6,8733*** (3,2380)	-5,4829*** (0,3900)
D. setor	Sim		Sim	Sim		Sim
Nº de OBS	4.711		4.711	6.218		6.218

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o procedimento de Heckman no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Tabela 5: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de PoTec. Modelo completo. Período: 2008

	2008		
	Coef	Utiliza PoTec OR	Intensidade de PoTec Coef
D. mercado internacional	0,4100** (0,1596)	1,5069** (0,2405)	0,4405*** (0,1185)
D. proteção	0,3593*** (0,0697)	1,4324*** (0,0999)	0,3487*** (0,0901)
D. apoio do governo	-0,1636** (0,0739)	0,8491** (0,0627)	-0,1172 (0,0733)
D. multinacional	1,0227*** (0,1601)	2,7806*** (0,4453)	1,0614*** (0,0821)
D. grupo	0,0964 (0,0946)	1,1012 (0,1042)	0,1775** (0,0727)
D. tamanho <50¹	-3,4562*** (0,1610)	0,0315*** (0,0051)	
D. tamanho >=50 & <100	-2,4489*** (0,1569)	0,0864*** (0,0136)	
D. tamanho >=100 & <250	-1,7224*** (0,1506)	0,1786*** (0,0269)	
D. tamanho >=250 & <1000	-1,0329*** (0,1510)	0,3560*** (0,0538)	
D. cooperação			0,1120* (0,0636)
Constante	2,3647** (1,0003)	10,6409** (10,6441)	-6,3658*** (0,8906)
D. setor	Sim		Sim
Nº de OBS	6.881		6.881

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o procedimento de Heckman no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

A inovação depende da colaboração e aprendizado entre firmas e organizações (SMITH, 2005) dado que a habilidade de implementação e apropriação de novas tecnologias depende diretamente da transferência de conhecimento dentro das empresas (GILBERT e CORDEY-HAYES, 1996) e entre empresas. Variáveis como ser parte de um grupo e cooperar, além da origem do capital, tenderão a influenciar positivamente a decisão de investir em pesquisa e como esse investimento é feito. O fato de a firma ser parte de um grupo *vis-à-vis* ser uma organização independente influencia positivamente, em 2003 e 2005 (tabela 4), a decisão de ter em sua força de trabalho pessoal técnico científico e a proporção desses profissionais, ou seja, a intensidade do esforço inovador. Esta última relação se mostra presente também em 2008 (tabela 5), em que o fato de ser parte de um grupo aumenta o número de indivíduos PoTec em relação ao total de trabalhadores em 17%. Apesar de a relação positiva de pertencer a um grupo persistir quando se analisa a decisão de gastar com P&D em 2005 (tabela 2), observa-se um impacto negativo sobre a intensidade do investimento em P&D em 2003 (tabela 2) e 2008 (tabela 3).

Adicionalmente, o fato de a firma cooperar está positivamente associado apenas à intensidade do esforço inovativo em 2005 e 2008, não sendo significativa para intensidade de gasto com P&D no modelo completo (tabelas 2 a 5). No caso do modelo em sua forma restrita (tabelas 6 a 9), observa-se um efeito positivo da cooperação sobre a decisão de investir em pesquisa apesar de esta influenciar negativamente a intensidade de P&D e de PoTec. As firmas multinacionais, por sua vez, possuem maior probabilidade de contratar indivíduos PoTec, além de possuírem maiores gastos com esses indivíduos em todos os anos. Ser uma empresa de capital controlador misto ou estrangeiro aumenta os esforços inovativos uma vez que essas teriam acesso a conhecimento tecnológico e a financiamentos externos (POLDER et al., 2009) que facilitariam o processo. A origem do capital, contudo, não parece influenciar a P&D dentro das firmas quando se utilizam dados de gastos do P&D (tabelas 2 e 3).

Em relação ao tamanho da firma, este parece ter impacto positivo sobre a decisão de realizar P&D e de investir em PoTec, em todos os casos. Assim, quanto maior a firma maior a probabilidade de investir em inovação, o que se deve ao fato de o tamanho da firma influenciar o tipo de projeto de inovação (FREEMAN e SOETE, 1997).

Tabela 6: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de gastos em P&D interno. Modelo restritivo. Período: 2003 e 2005.

Variável dependente	2003			2005		
	Faz P&D		Intensidade de P&D	Faz P&D		Intensidade de P&D
	Coef	OR	Coef	Coef	OR	Coef
D. mercado internacional	0,1210 (0,1455)	1,1286 (0,1642)	0,2757 (0,5761)	-0,0637 (0,0879)	0,9383 (0,0825)	-0,9820*** (0,2479)
D. proteção	0,6980*** (0,0716)	2,0097*** (0,1439)	1,9706*** (0,3159)	0,6463*** (0,0632)	1,9084*** (0,1206)	0,9392*** (0,2395)
D. apoio do governo	-0,0703 (0,0801)	0,9321 (0,0747)	-0,1426 (0,2956)	-0,0636 (0,0745)	0,9383 (0,0699)	-0,2192 (0,1954)
D. tamanho <50¹	-1,0775*** (0,1041)	0,3405*** (0,0354)		-1,4245*** (0,0886)	0,2406*** (0,0213)	
D. tamanho >=50 & <100	-0,8062*** (0,1005)	0,4466*** (0,0449)		-1,1369*** (0,0863)	0,3208*** (0,0277)	
D. tamanho >=100 & <250	-0,5505*** (0,0892)	0,5767*** (0,0514)		-0,7527*** (0,0766)	0,4711*** (0,0361)	
D. tamanho >=250 & <1000	-0,0958 (0,0745)	0,9087 (0,0677)		-0,5068*** (0,0667)	0,6024*** (0,0402)	
D. cooperação			-0,6527** (0,3088)			-0,1643 (0,1645)
Constante	-0,7627** (0,3235)	0,4664** (0,1509)	-8,9226*** (1,9030)	0,6120* (0,3437)	1,8440* (0,6337)	-4,6885*** (1,4939)
D. setor	Sim		Sim	Sim		Sim
Nº de OBS	4.846		4.846	6.743		6.743

¹D. tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o procedimento de Heckman no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Tabela 7: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de gastos em P&D interno. Modelo restritivo. Período: 2008 e 2011.

Variável dependente	2008			2011		
	Faz P&D		Intensidade de P&D	Faz P&D		Intensidade de P&D
	Coef	OR	Coef	Coef	OR	Coef
D. mercado internacional	0,0428 (0,1416)	1,0437 (0,1478)	-0,1810 (0,3972)	0,3603* (0,1954)	1,4338* (0,2801)	0,7260 (0,6099)
D. proteção	0,4523*** (0,0914)	1,5720*** (0,1437)	0,9641*** (0,3367)			
D. apoio do governo	0,3054*** (0,1063)	1,3572*** (0,1443)	0,6189 (0,3847)	0,2219** (0,0992)	1,2485** (0,1238)	0,6761** (0,2970)
D. tamanho <50¹	-1,3774*** (0,0746)	0,2522*** (0,0188)		-1,5343*** (0,0937)	0,2156*** (0,0202)	
D. tamanho >=50 & <100	-1,2932*** (0,0978)	0,2744*** (0,0268)		-1,3633*** (0,1108)	0,2558*** (0,0284)	
D. tamanho >=100 & <250	-1,0490*** (0,0846)	0,3503*** (0,0296)		-0,9394*** (0,0956)	0,3909*** (0,0374)	
D. tamanho >=250 & <1000	-0,6062*** (0,0715)	0,5454*** (0,0390)		-0,5517*** (0,0805)	0,5760*** (0,0464)	
D. cooperação			0,0752 (0,2334)			-0,1547 (0,2603)
Constante	-0,1366 (0,2623)	0,8723 (0,2288)	-4,5749*** (1,2516)	1,0556*** (0,2695)	2,8737*** (0,7744)	-4,8280*** (0,7930)
D. setor	Sim		Sim	Sim		Sim
Nº de OBS	7.907		7.907	6.882		6.882

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o procedimento de Heckman no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Tabela 8: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de PoTec. Modelo restritivo. Período: 2003 e 2005.

Variável dependente	2003			2005		
	Possui PoTec		Intensidade de PoTec	Possui PoTec		Intensidade de PoTec
	Coef	OR	Coef	Coef	OR	Coef
D. mercado internacional	0,1549 (0,1157)	1,1675 (0,1351)	-0,0788 (0,1360)	0,3382*** (0,1046)	1,4025*** (0,1466)	0,5154*** (0,1576)
D. proteção	0,1372** (0,0682)	1,1471** (0,0783)	0,2859*** (0,0964)	0,1436** (0,0639)	1,1544** (0,0738)	0,3530*** (0,0747)
D. apoio do governo	-0,0295 (0,0734)	0,9709 (0,0712)	-0,0710 (0,1013)	0,0430 (0,0706)	1,0439 (0,0737)	0,0358 (0,0661)
D. tamanho <50¹	-1,8669*** (0,1389)	0,1546*** (0,0215)		-3,2946*** (0,1325)	0,0371*** (0,0049)	
D. tamanho >=50 & <100	-0,9665*** (0,1377)	0,3804*** (0,0524)		-2,2864*** (0,1246)	0,1016*** (0,0127)	
D. tamanho >=100 & <250	-0,3998*** (0,1339)	0,6705*** (0,0898)		-1,5972*** (0,1150)	0,2025*** (0,0233)	
D. tamanho >=250 & <1000	0,3468** (0,1372)	1,4145** (0,1941)		-0,8245*** (0,1135)	0,4385*** (0,0498)	
D. cooperação			0,2349*** (0,0887)			0,3426*** (0,0656)
Constante	0,6182*** (0,2076)	1,8555*** (0,3852)	-5,6711*** (0,2453)	2,2022*** (0,4533)	9,0445*** (4,0997)	-5,1116*** (0,4037)
D. setor	Sim		Sim	Sim		Sim
Nº de OBS	4.711		4.711	6.218		6.218

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o procedimento de Heckman no STATA 11 com base em dados da RAIS-Mígra, PINTEC e PIA.

**Tabela 9: Estimação das equações do estágio 1 medidas com a variável de PoTec. Modelo restritivo
Período: 2008.**

	2008		
	Coef	Possui PoTec OR	Intensidade de PoTec Coef
D. mercado internacional	0,6095*** (0,1547)	1,8395*** (0,2845)	0,7488*** (0,1273)
D. proteção	0,3852*** (0,0700)	1,4700*** (0,1028)	0,3993*** (0,0865)
D. apoio do governo	-0,1939*** (0,0746)	0,8238*** (0,0614)	-0,1395** (0,0706)
D. tamanho <50¹	-3,5086*** (0,1527)	0,0299*** (0,0046)	
D. tamanho >=50 & <100	-2,4895*** (0,1496)	0,0829*** (0,0124)	
D. tamanho >=100 & <250	-1,7373*** (0,1420)	0,1760*** (0,0250)	
D. tamanho >=250 & <1000	-1,0312*** (0,1449)	0,3566*** (0,0517)	
D. cooperação			0,1690*** (0,0632)
Constante	2,4071** (1,0129)	11,1022** (11,2449)	-6,3375*** (0,8678)
D. setor		Sim	Sim
Nº de OBS		6.881	6.881

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o procedimento de Heckman no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Em relação ao apoio do governo, nos últimos anos do período analisado, mais firmas começaram a utilizar de financiamentos públicos para realizar suas atividades inovativas, assim, observa-se uma relação positiva entre este e as variáveis de P&D somente nos últimos anos das amostras. Em 2008 (tabelas 3 e 7), o fato de a firma utilizar de apoio do governo para a inovação aumentou a probabilidade de realizar P&D e em 2011 teve impacto positivo ainda na intensidade de gasto, nas duas especificações. Essa relação positiva era esperada dado o impacto deste no envolvimento da firma com as atividades de inovação e nos gastos com esta (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008; BERGER, 2010) e pode refletir a implementação da lei do bem e da lei da inovação. Contudo, ao contrário dessas leis que incentivam a compra de máquinas e equipamentos, Kannebley Jr e Ledo (2015) destacam que o tipo de financiamento que possuiria impacto sobre a decisão de investir em atividades inovativas é aquele voltado a “outras” atividades inovativas. Assim, o efeito negativo da variável quando analisa-se PoTec (tabelas 5 e 9) seria justificado.

5.1.2. Resultado de Inovação

As atividades de P&D, contratação de trabalhadores qualificados e experientes, e a posse de equipamentos de alta tecnologia impulsionam o nível de inovação da empresa (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006; GRILICHES, 1988; ROMER, 1990) da mesma forma que mecanismos capazes de reduzir os custos e riscos associados ao processo inovativo (FREEMAN, 1982). Assim, as tabelas 10 a 13 visam verificar quais fatores aumentam a probabilidade das firmas inovarem para o mercado, sendo que as duas primeiras tabelas (modelo completo) incorporam na especificação a variável de “grupo” e a variável “multinacional” e as duas últimas a omitem (modelo restritivo).

A primeira variável que deve ser considerada é a de intensidade de P&D, aqui medida pelo seu valor predito obtido na equação de insumo de inovação. Esta, na maior parte dos estudos, apresenta relação positiva com o produto da inovação (POLDER *et al.*, 2009; GRIFFITH *et al.*, 2006; MAIRESSE e ROBIN, 2012). No presente estudo, a intensidade de P&D apresenta sinal positivo apenas quando é construída a partir do esforço inovador, Potec, no ano de 2005 (tabela 11), no modelo completo, e anos de 2005 e 2011, no modelo restritivo (tabela 13), apresentando sinal negativo em 2005 e 2011 (tabelas 10 e 12), quando medido

por gasto interno em P&D. Cabe destacar que este efeito negativo pode se dar por um possível viés da heterogeneidade não observada das firmas, o qual será minimizado com as técnicas econométricas de painel de dados utilizadas na próxima seção.

Tabela 10: Estimação da equação de inovação sendo a intensidade de P&D estimada com gastos em P&D interno. Modelo completo. Período: 2003, 2005, 2008 e 2011.

Variável dependente	2003		2005		2008		2011	
	Inovação para o mercado		Inovação para o mercado		Inovação para o mercado		Inovação para o mercado	
	Coef	OR	Coef	OR	Coef	OR	Coef	OR
Intensidade de P&D estimada	-0,3107 (0,3169)	0,7329 (0,2322)	-0,3588*** (0,1238)	0,6985*** (0,0865)	0,2918 (0,1819)	1,3389 (0,2435)	-0,3448** (0,1477)	0,7084** (0,1046)
L. maqino	-0,0460** (0,0230)	0,9550** (0,0219)	-0,0168 (0,0182)	0,9833 (0,0179)	-0,0136 (0,0246)	0,9865 (0,0242)	-0,0467* (0,0244)	0,9544* (0,0233)
D. proteção	1,2211** (0,5855)	3,3908** (1,9853)	0,8799*** (0,1522)	2,4107*** (0,3670)	0,1320 (0,1980)	1,1411 (0,2260)		
D. Info Fornecedor	-0,1348 (0,1244)	0,8739 (0,1087)	0,0930 (0,1058)	1,0975 (0,1161)	0,0739 (0,1687)	1,0767 (0,1816)	0,1668 (0,1431)	1,1816 (0,1691)
D. Info Consumidor	0,4930*** (0,1165)	1,6372*** (0,1908)	0,4537*** (0,1114)	1,5742*** (0,1753)	0,2260* (0,1373)	1,2536* (0,1721)	0,4322*** (0,1468)	1,5406*** (0,2261)
D. Info Concorrente	-0,4215*** (0,1166)	0,6561*** (0,0765)	-0,3056*** (0,1016)	0,7367*** (0,0749)	0,0270 (0,1033)	1,0273 (0,1061)	-0,4093*** (0,1149)	0,6641*** (0,0763)
D. Info universidade	0,2164* (0,1178)	1,2416* (0,1463)	0,3590*** (0,1003)	1,4319*** (0,1437)	0,6024*** (0,1132)	1,8264*** (0,2067)	0,6793*** (0,1214)	1,9726*** (0,2394)
D. multinacional	0,1852 (0,1837)	1,2035 (0,2211)	0,5809*** (0,1123)	1,7876*** (0,2007)	0,5626*** (0,1299)	1,7553*** (0,2280)	0,6157** (0,2641)	1,8510** (0,4889)
D. grupo	0,1984 (0,2704)	1,2195 (0,3298)	0,2327** (0,1090)	1,2620** (0,1375)	0,3411 (0,2377)	1,4065 (0,3344)	0,0683 (0,1268)	1,0707 (0,1357)
D. tamanho <50¹	-0,9124*** (0,1214)	0,4016*** (0,0487)	-0,9822*** (0,1130)	0,3745*** (0,0423)	-0,7093*** (0,1267)	0,4920*** (0,0623)	-0,9418*** (0,1570)	0,3899*** (0,0612)
D. tamanho >=50 & <100	-1,0722*** (0,1417)	0,3423*** (0,0485)	-0,9540*** (0,1188)	0,3852*** (0,0458)	-0,7733*** (0,1163)	0,4615*** (0,0537)	-0,4663*** (0,1490)	0,6273*** (0,0935)
D. tamanho >=100 & <250	-0,9595*** (0,1293)	0,3831*** (0,0495)	-0,9082*** (0,0965)	0,4032*** (0,0389)	-0,6493*** (0,0972)	0,5224*** (0,0508)	-0,5074*** (0,1250)	0,6021*** (0,0752)
D. tamanho >=250 & <1000	-0,4576*** (0,0928)	0,6328*** (0,0587)	-0,5851*** (0,0809)	0,5570*** (0,0451)	-0,5079*** (0,0861)	0,6018*** (0,0518)	-0,2829** (0,1197)	0,7536** (0,0902)
Constante	-4,2534 (2,7036)	0,0142 (0,0384)	-2,5501*** (0,6644)	0,0781*** (0,0519)	0,1126 (0,8232)	1,1192 (0,9213)	-1,4270 (0,9031)	0,2400 (0,2168)
D. setor	Sim		Sim		Sim		Sim	
Nº de OBS	3.905		5.475		6.201		5.159	

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método *probit* no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Tabela 11: Estimação da equação de inovação sendo a intensidade de P&D estimada com PoTec. Modelo Completo. Período: 2003, 2005 e 2008.

Variável dependente	2003		2005		2008	
	Inovação para o mercado		Inovação para o mercado		Inovação para o mercado	
	Coef	OR	Coef	OR	Coef	OR
Intensidade de P&D estimada	-1,5275** (0,7793)	0,2171** (0,1692)	1,5920*** (0,3564)	4,9138*** (1,7511)	0,5408 (0,4724)	1,7174 (0,8113)
L. maqino	-0,0489** (0,0233)	0,9523** (0,0222)	-0,0034 (0,0194)	0,9966 (0,0193)	-0,0231 (0,0263)	0,9771 (0,0257)
D. proteção	1,0552*** (0,2313)	2,8726*** (0,6645)	-0,0153 (0,1348)	0,9848 (0,1328)	0,2069 (0,2105)	1,2298 (0,2589)
D. Info Fornecedor	-0,1466 (0,1264)	0,8637 (0,1092)	0,0888 (0,1155)	1,0929 (0,1262)	0,0562 (0,1801)	1,0578 (0,1905)
D. Info Consumidor	0,4798*** (0,1202)	1,6157*** (0,1943)	0,4120*** (0,1178)	1,5098*** (0,1778)	0,2121 (0,1428)	1,2363 (0,1765)
D. Info Concorrente	-0,4304*** (0,1190)	0,6503*** (0,0774)	-0,3396*** (0,1075)	0,7120*** (0,0765)	0,0430 (0,1099)	1,0440 (0,1147)
D. Info universidade	0,2697** (0,1119)	1,3096** (0,1466)	0,3479*** (0,1111)	1,4161*** (0,1573)	0,6618*** (0,1224)	1,9384*** (0,2373)
D. multinacional	2,0714** (0,9096)	7,9356** (7,2179)	-0,9656** (0,3928)	0,3808** (0,1496)	-0,1020 (0,5456)	0,9031 (0,4927)
D. grupo	0,9611*** (0,2803)	2,6146*** (0,7328)	-0,5957*** (0,1732)	0,5512*** (0,0955)	0,0209 (0,1966)	1,0211 (0,2008)
D. tamanho <50¹	-0,8700*** (0,1290)	0,4189*** (0,0541)	-0,9589*** (0,1219)	0,3833*** (0,0467)	-0,6580*** (0,1412)	0,5179*** (0,0731)
D. tamanho >=50 & <100	-1,0753*** (0,1431)	0,3412*** (0,0488)	-1,0129*** (0,1189)	0,3632*** (0,0432)	-0,7333*** (0,1270)	0,4803*** (0,0610)
D. tamanho >=100 & <250	-0,9605*** (0,1262)	0,3827*** (0,0483)	-0,8689*** (0,1030)	0,4194*** (0,0432)	-0,5905*** (0,1050)	0,5540*** (0,0582)
D. tamanho >=250 & <1000	-0,4364*** (0,0941)	0,6463*** (0,0608)	-0,5745*** (0,0863)	0,5630*** (0,0486)	-0,4857*** (0,0925)	0,6153*** (0,0569)
Constante	-10,4890** (4,5608)	0,0000** (0,0001)	8,4231*** (1,9338)	4,5512*** (-8,8008)	4,2516 (3,0938)	7,0217 (2,1724)
Dummy de setor	Sim		Sim		Sim	
Nº de OBS	3.819		5.052		5.426	

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método *probit* no *STATA 11* com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

A intensidade de gastos com máquinas e equipamentos também apresenta relação negativa com o resultado do processo inovativo no ano de 2003 (tabelas 10 a 13), e de 2011 quando se utiliza P&D interno no primeiro estágio (tabelas 10 e 12). Nos outros casos, o investimento em máquinas para a inovação parece não afetar a probabilidade da firma inovar para o mercado. Este tipo de inovação exige um grau de novidade maior e pode ser menos incentivada quando a firma deixa de investir no desenvolvimento da inovação e passa a gastar com a inovação incorporada em bens de capital.

Em relação às fontes externas de conhecimento, sustenta-se a relação positiva entre estas e a probabilidade de inovar (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008). As principais fontes podem ser subdivididas em quatro categorias, fornecedores, consumidores, competidores e universidades. Além disso, dado que a colaboração entre firmas e organizações são fundamentais ao processo de construção da inovação (SMITH, 2005), analisa-se ainda a origem do capital e a condição de pertencer a um grupo.

As informações advindas dos fornecedores não parecem afetar o desempenho inovador das firmas nacionais, pois em nenhuma das especificações a variável se mostra significativa (tabelas 10 a 13). Ao contrário, o conhecimento com origem nas universidades impacta positivamente esse resultado de inovação em todos os períodos e especificações, o que vai de encontro ao estudo de Arvanitis (2008) que destaca a importância das universidades como fonte de informação para o desempenho inovativo. Os consumidores, por sua vez, constituem fonte de informação relevante tanto para inovação de produto quanto de processo (MASSO *et al.*, 2010) apresentando sinal positivo em quase todos os casos. Ao contrário do esperado, contudo, as informações vindas de competidores influenciam negativamente a probabilidade de inovar para o mercado. Tal fato pode estar relacionado aos mecanismos de proteção utilizados pelas firmas a fim de evitar transbordamentos de conhecimento tecnológico.

As tabelas 10 e 11 mostram que existe relação positiva entre a ocorrência de inovação para o mercado e a condição de ser parte de um grupo e de possuir capital estrangeiro ou misto, especialmente em 2005. Tal relação estaria ligada ao fato de estas firmas terem acesso facilitado a um conhecimento tecnológico que de outra forma estaria indisponível. Essa relação positiva também é encontrada em estudo para o Chile, a Costa Rica e o Uruguai (CRESPI e ZUÑIGA, 2012), além de estudos empíricos para o Brasil comprovarem essa

relação positiva entre empresa de capital estrangeiro e propensão a inovar (GONÇALVES, LEMOS e DE NEGRI, 2008).

Tabela 12: Estimação da equação de inovação sendo a intensidade de P&D estimada com gastos em P&D interno. Modelo restritivo. Período: 2003, 2005, 2008 e 2011.

Variável dependente	2003		2005		2008		2011	
	Inovação para o mercado		Inovação para o mercado		Inovação para o mercado		Inovação para o mercado	
	Coef	OR	Coef	OR	Coef	OR	Coef	OR
Intensidade de P&D estimada	-0,4241*	0,6544*	-0,4157***	0,6599***	0,2131	1,2376	-0,3556**	0,7007**
	(0,2516)	(0,1646)	(0,1146)	(0,0756)	(0,1713)	(0,2120)	(0,1497)	(0,1049)
L. maqino	-0,0454**	0,9556**	-0,0195	0,9807	-0,0137	0,9864	-0,0477**	0,9534**
	(0,0230)	(0,0220)	(0,0182)	(0,0178)	(0,0245)	(0,0242)	(0,0240)	(0,0228)
D. proteção	1,4640***	4,3233***	0,9225***	2,5155***	0,2100	1,2337		
	(0,4849)	(2,0965)	(0,1466)	(0,3687)	(0,1932)	(0,2383)		
D. Info Fornecedor	-0,1356	0,8732	0,0788	1,0819	0,0637	1,0658	0,1248	1,1329
	(0,1230)	(0,1074)	(0,1050)	(0,1136)	(0,1658)	(0,1767)	(0,1668)	(0,1889)
D. Info Consumidor	0,4935***	1,6380***	0,4578***	1,5806***	0,2394*	1,2705*	0,4469***	1,5635***
	(0,1154)	(0,1891)	(0,1107)	(0,1750)	(0,1361)	(0,1729)	(0,1486)	(0,2324)
D. Info Concorrente	-0,4340***	0,6479***	-0,3187***	0,7271***	0,0179	1,0181	-0,4069***	0,6657***
	(0,1158)	(0,0750)	(0,1017)	(0,0740)	(0,1026)	(0,1044)	(0,1153)	(0,0768)
D. Info universidade	0,2133*	1,2378*	0,3792***	1,4612***	0,6101***	1,8406***	0,6678***	1,9499***
	(0,1166)	(0,1443)	(0,1003)	(0,1465)	(0,1114)	(0,2051)	(0,1223)	(0,2385)
Dummy de tamanho <50¹	-1,1210***	0,3260***	-1,2049***	0,2997***	-0,9548***	0,3849***	-1,1504***	0,3165***
	(0,1163)	(0,0379)	(0,1030)	(0,0309)	(0,1168)	(0,0450)	(0,1325)	(0,0419)
Dummy de tamanho >=50 & <100	-1,2576***	0,2843***	-1,1341***	0,3217***	-1,0020***	0,3672***	-0,6550***	0,5194***
	(0,1365)	(0,0388)	(0,1070)	(0,0344)	(0,1091)	(0,0400)	(0,1346)	(0,0699)
Dummy de tamanho >=100 & <250	-1,0788***	0,3400***	-1,0476***	0,3508***	-0,8261***	0,4378***	-0,6458***	0,5243***
	(0,1255)	(0,0427)	(0,0889)	(0,0312)	(0,0915)	(0,0401)	(0,1097)	(0,0575)
Dummy de tamanho >=250 & <1000	-0,5147***	0,5977***	-0,6521***	0,5210***	-0,6049***	0,5461***	-0,3801***	0,6838***
	(0,0904)	(0,0540)	(0,0757)	(0,0395)	(0,0828)	(0,0452)	(0,1085)	(0,0742)
Constante	-5,1776**	0,0056**	-2,5888***	0,0751***	0,0971	1,1019	-1,2777	0,2787
	(2,2766)	(0,0128)	(0,6268)	(0,0471)	(0,8468)	(0,9331)	(0,8932)	(0,2489)
Dummy de setor	Sim		Sim		Sim		Sim	
Nº de OBS	3.905		5.475		6.201		5.159	

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método *probit no STATA 11* com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Tabela 13: Estimação da equação de inovação sendo a intensidade de P&D estimada com PoTec. Modelo restritivo. Período: 2003, 2005 e 2008.

Variável dependente	2003		2005		2008	
	Inovação para o mercado		Inovação para o mercado		Inovação para o mercado	
	Coef	OR	Coef	OR	Coef	OR
Intensidade de P&D estimada	1,0343 (0,7480)	2,8130 (2,1041)	1,0838*** (0,2058)	2,9558*** (0,6083)	0,4899* (0,2771)	1,6321* (0,4523)
L. maq̃no	-0,0418* (0,0232)	0,9591* (0,0223)	-0,0079 (0,0191)	0,9921 (0,0190)	-0,0236 (0,0262)	0,9767 (0,0256)
D. proteç̃o	0,3622 (0,2549)	1,4364 (0,3662)	0,0908 (0,1093)	1,0950 (0,1197)	0,2041 (0,1666)	1,2264 (0,2043)
D. Info Fornecedor	-0,1452 (0,1247)	0,8648 (0,1079)	0,0721 (0,1144)	1,0747 (0,1229)	0,0420 (0,1777)	1,0429 (0,1853)
D. Info Consumidor	0,4895*** (0,1180)	1,6315*** (0,1925)	0,4199*** (0,1171)	1,5218*** (0,1783)	0,2208 (0,1418)	1,2470 (0,1768)
D. Info Concorrente	-0,4467*** (0,1183)	0,6397*** (0,0757)	-0,3506*** (0,1077)	0,7042*** (0,0758)	0,0348 (0,1094)	1,0355 (0,1133)
D. Info universidade	0,2632** (0,1133)	1,3011** (0,1475)	0,3742*** (0,1109)	1,4539*** (0,1612)	0,6597*** (0,1208)	1,9342*** (0,2337)
Dummy de tamanho <50¹	-1,1172*** (0,1208)	0,3272*** (0,0395)	-1,1631*** (0,1164)	0,3125*** (0,0364)	-0,8373*** (0,1344)	0,4329*** (0,0582)
Dummy de tamanho >=50 & <100	-1,2778*** (0,1399)	0,2787*** (0,0390)	-1,1828*** (0,1123)	0,3064*** (0,0344)	-0,9022*** (0,1226)	0,4057*** (0,0497)
Dummy de tamanho >=100 & <250	-1,0727*** (0,1272)	0,3421*** (0,0435)	-1,0008*** (0,0974)	0,3676*** (0,0358)	-0,7170*** (0,1018)	0,4882*** (0,0497)
Dummy de tamanho >=250 & <1000	-0,5102*** (0,0915)	0,6004*** (0,0549)	-0,6372*** (0,0817)	0,5288*** (0,0432)	-0,5529*** (0,0908)	0,5753*** (0,0522)
Constante	4,5704 (4,2488)	9,6587 (4,1384)	5,4450*** (1,0498)	2,3160*** (2,4314)	4,1033** (1,8957)	6,0538** (11,7619)
Dummy de setor		Sim		Sim		Sim
Nº de OBS		3,819		5,052		5,426

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota: 1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método *probit* no *STATA 11* com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Em relação ao tamanho de firma quanto maior, maior a probabilidade de inovar para o mercado, em todos os casos (tabelas 10 a 13), resultado semelhante ao encontrado na literatura, (GRIFFITH *et al.*, 2006, MAIRESSE e ROBIN 2006; CRESPI e ZUÑIGA, 2012), inclusive em estudos para o Brasil (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008). Firms maiores têm acesso a projetos de inovação com maior tecnologia, complexidade e custos

(FREEMAN e SOETE, 1997) ganhando em escala na produção da inovação com seus laboratórios (SCHUMPETER, 1942).

5.1.3. Função de produção

A produtividade representa uma medida de eficiência da produção e permanência da firma no mercado (SYVERSON, 2011), estando sua taxa de crescimento associada à evolução das empresas (HUERGO e MORENO, 2011, GOEDHUYS et al., 2006). Dessa forma, as tabelas 14 a 17 apresentam, controlando pela intensidade do capital físico e tamanho da empresa, o impacto da inovação sobre o desempenho da firma.

Tabela 14: Estimação da função de produção com o estágio 1 sendo estimado com gasto em P&D interno. Modelo completo. Período: 2003, 2005, 2008 e 2011.

Variável dependente	2003 VTI/PO	2005 VTI/PO	2008 VTI/PO	2011 VTI/PO
Inovação para o mercado estimada	0,5440*** (0,0433)	0,5374*** (0,0400)	0,6086*** (0,0501)	0,5706*** (0,0659)
Log da Intensidade de gasto com máquina	-0,1400*** (0,0127)	-0,1356*** (0,0118)	-0,1280*** (0,0153)	
D. tamanho <50¹	0,0108 (0,0853)	0,0304 (0,1037)	-0,1765* (0,1029)	-0,4313*** (0,1266)
D. tamanho >=50 & <100	0,2231*** (0,0754)	-0,2013** (0,0923)	-0,3457*** (0,1037)	-0,7047*** (0,1201)
D. tamanho >=100 & <250	0,3336*** (0,0791)	0,2831*** (0,0827)	0,0911 (0,0813)	-0,1380 (0,0918)
D. tamanho >=250 & <1000	0,0402 (0,1066)	0,3133*** (0,0641)	0,3083*** (0,0659)	0,0011 (0,0643)
Constante	11,3641*** (0,1049)	11,4305*** (0,0627)	11,6641*** (0,0708)	5,4650*** (0,0454)
D. setor	Sim	Sim	Sim	Sim
Nº de OBS	2.970	4.247	4.595	4.319

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método *mínimos quadrados ordinários* no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Tabela 15: Estimação da função de produção com o estágio 1 sendo estimado com PoTec. Modelo Completo. Período: 2003, 2005 e 2008.

Variável dependente	2003	2005	2008
	VTI/PO	VTI/PO	VTI/PO
Inovação para o mercado estimada	0,5328*** (0,0419)	0,5542*** (0,0397)	0,5998*** (0,0488)
Log da Intensidade de gasto com máquina	-0,1449*** (0,0127)	-0,1348*** (0,0119)	-0,1285*** (0,0156)
Dummy de tamanho <50¹	-0,0085 (0,0854)	0,0616 (0,1041)	-0,5033*** (0,0788)
Dummy de tamanho >=50 & <100	0,2023*** (0,0760)	-0,1092 (0,0948)	-0,6441*** (0,0743)
Dummy de tamanho >=100 & <250	0,3087*** (0,0803)	0,3178*** (0,0824)	-0,2421*** (0,0551)
Dummy de tamanho >=1000	0,0130 (0,1075)	0,3486*** (0,0643)	-0,2846*** (0,0649)
Constante	11,3630*** (0,1059)	11,4188*** (0,0627)	11,9681*** (0,0736)
Dummy de setor	Sim	Sim	Sim
Nº de OBS	2.925	4.190	4.535

¹ dummy de tamanho >=250 & <1000

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método *mínimos quadrados ordinários* no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Tabela 16: Estimação da função de produção com o estágio 1 sendo estimado com gasto de P&D interno. Modelo restritivo. Período: 2003, 2005, 2008 e 2011.

Variável dependente	2003	2005	2008	2011
	VTI/PO	VTI/PO	VTI/PO	VTI/PO
Inovação para o mercado estimada	0,5011*** (0,0453)	0,4786*** (0,0425)	0,5444*** (0,0535)	0,5488*** (0,0722)
Log da Intensidade de gasto com máquina	-0,1430*** (0,0128)	-0,1404*** (0,0119)	-0,1319*** (0,0153)	
Dummy de tamanho <50¹	0,0200 (0,0858)	-0,0756 (0,1076)	-0,2676** (0,1065)	-0,4772*** (0,1336)
Dummy de tamanho >=50 & <100	0,2228*** (0,0763)	-0,3158*** (0,0955)	-0,4451*** (0,1087)	-0,7321*** (0,1246)
Dummy de tamanho >=100 & <250	0,3648*** (0,0813)	0,1697** (0,0857)	0,0031 (0,0850)	-0,1707* (0,0971)
Dummy de tamanho >=250 & <1000	0,1217 (0,1095)	0,2368*** (0,0664)	0,2403*** (0,0689)	-0,0190 (0,0686)
Constante	11,2742*** (0,1070)	11,4367*** (0,0645)	11,6646*** (0,0724)	5,4744*** (0,0479)
Dummy de setor	Sim	Sim	Sim	Sim
Nº de OBS	2.970	4.247	4.595	4.319

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método *mínimos quadrados ordinários* no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Tabela 17: Estimação da função de produção com o estágio 1 sendo estimado com PoTec. Modelo restritivo. Período: 2003, 2005 e 2008.

Variável dependente	2003	2005	2008
	VTI/PO	VTI/PO	VTI/PO
Inovação para o mercado estimada	0,4887*** (0,0445)	0,5070*** (0,0428)	0,5429*** (0,0517)
Log da Intensidade de gasto com máquina	-0,1464*** (0,0129)	-0,1388*** (0,0120)	-0,1314*** (0,0156)
Dummy de tamanho <50¹	-0,1085 (0,1093)	-0,0246 (0,1093)	-0,5261*** (0,0802)
Dummy de tamanho >=50 & <100	-0,1187 (0,1098)	-0,2082** (0,0991)	-0,6714*** (0,0765)
Dummy de tamanho >=100 & <250	0,0884 (0,0950)	0,2215** (0,0862)	-0,2580*** (0,0568)
Dummy de tamanho >=1000	0,2388*** (0,0668)	0,2810*** (0,0670)	-0,2279*** (0,0674)
Constante	11,3836*** (0,0698)	11,4273*** (0,0645)	11,9119*** (0,0741)
Dummy de setor	Sim	Sim	Sim
Nº de OBS	2.925	4.190	4.535

¹ dummy de tamanho >=250 & <1000

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método *mínimos quadrados ordinários* no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA.

Observa-se em todas as especificações um impacto positivo da inovação para o mercado, medida pelo seu valor predito obtido no estágio anterior, sobre a produtividade das firmas brasileiras. Tal relação se mostra em consonância com a literatura (FENG, 2013; JANZ, LÖÖF e PETERS 2004; ARVANITIS, 2008; BERGER, 2010; GOYA, VAYÁ e SURIÑACH, 2013). A aquisição de capital, por sua vez, se mostra negativamente relacionada com a performance das firmas, indicando que um investimento em máquinas, sem a contrapartida de investimento direto em desenvolvimento de inovação, pode diminuir a produtividade das empresas brasileiras.

O tamanho da firma apresenta relações contrárias nas duas especificações, enquanto na primeira quanto menor a firma maior a produtividade desta, na segunda, quanto maior a empresa maior será sua performance. Essa alteração mostra que, uma vez controlada a origem do capital e se a empresa faz parte de um grupo dentro das equações de esforço inovador e probabilidade de inovar para o mercado, os fatores que afetam a performance da firma se alteram.

5.2. Resultado para o painel

Dada a influência das características não observadas das firmas sobre o seu desempenho inovador e performance, torna-se importante considerar na análise do modelo essa heterogeneidade não observada. Desconsiderar esse efeito poderia causar uma endogeneidade oriunda do viés de variável omitida. Sendo assim, utiliza-se um painel de dados na estimação do modelo apresentado na seção 3.1 e descrito na início do capítulo, o qual permite esse controle e cujos resultados serão apresentados nas próximas seções. Cabe destacar que a maior parte das diferenças entre as estimações do modelo restrito e completo desaparece ao se trabalhar com o painel, ou seja, boa parte das diferenças nas estimações anteriores dentro das *cross-sections* poderia se dar pela heterogeneidade não observada intrínseca às firmas. Dessa forma, ressalta-se a necessidade desse controle para que as estimações não fiquem viesadas.

5.2.1. Esforços de pesquisa: insumo de inovação

As tabelas 18 e 19 apresentam os resultados da estimação das equações 6 e 7, respectivamente, para os casos de se considerar (modelo completo) ou omitir a variável de multinacional e de pertencer a um grupo (modelo restritivo). As primeira e terceira colunas mostram as estimações dos determinantes da decisão de haver esforço inovador, seja investindo em P&D interno ou tendo trabalhadores PoTec dentro da força de trabalho, coeficiente e razão de chance (OR), estimada pelo modelo probit de efeitos aleatórios de Chamberlain. Já a segunda e a quarta colunas verificam os fatores que afetam a intensidade desses investimentos, estimada por um MQO *pooled* a partir do estimador consistente proposto por Wooldridge (1995), que controla para a seletividade amostral. Verifica-se nos modelos de intensidade de P&D que as inversas de Mills se mostram significativas a 1%, evidenciando-se, assim, a necessidade do controle para a seleção amostral.

As fontes externas de conhecimento impulsionam a inovação em diversos países (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008), uma vez que a transferência de recursos compensa até certo ponto a falta de conhecimento local e eleva a capacidade inovativa da firma (BECHEIKH, LANDRY e AMARA, 2006). Observa-se, um efeito positivo de ser uma

multinacional sobre a decisão de realizar esforços inovativos (intensidade de pessoal PoTec), em que o fato de a firma possuir capital estrangeiro aumenta em 35,65% a chance de possuir trabalhadores PoTec em sua força de trabalho (tabela 18). Isso pode estar relacionado ao maior acesso interno a conhecimento tecnológico ou a financiamentos por parte dessas firmas (POLDER *et al.*, 2009). Contudo, o efeito sobre a intensidade desses esforços e sobre a decisão e intensidade de P&D não apresenta significância estatística. As evidências são compatíveis com o argumento de que as multinacionais de origem estrangeira inovam no Brasil por trazerem do exterior produtos e processos desenvolvidos na matriz, ou seja, o esforço de P&D ainda é majoritariamente realizado fora do Brasil.

Como a habilidade de implementação e apropriação de novas tecnologias é alcançada a partir da transferência de conhecimento dentro das empresas (GILBERT e CORDEY-HAYES, 1996), justifica-se que a empresa pertencer a um grupo ao invés de ser independente aumente a intensidade de gasto com P&D e a probabilidade de realizar esforços inovativos em 19%. Contudo, ao contrário do encontrado em alguns estudos (MAIRESSE e ROBIN, 2012; CLARK e GUY, 1997), no caso brasileiro, ao se controlar para os efeitos não observados, arranjos cooperativos entre firmas e/ou organizações não parecem afetar a intensidade de P&D e o esforço inovador, em nenhum dos modelos. Tal relação pode estar intimamente ligada ao fato de países como Argentina, México e Brasil encontrarem dificuldade em construir redes de informação e conhecimento (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008).

Além de estar vinculado ao tamanho dos programas de P&D, o tamanho da firma influencia o tipo de projeto de inovação escolhido (FREEMAN e SOETE, 1997). Dessa forma, observa-se que firmas maiores terão maior probabilidade de começar um esforço inovador (medido por PoTec) e/ou um programa de P&D, o que condiz com o resultado encontrado pela maioria dos autores (GRIFFITH *et al.*, 2006; MAIRESSE e ROBIN, 2012; GOYA, VAYÁ e SURINACH, 2013).

O ingresso da firma no mercado internacional impulsiona a necessidade de investimentos em atividades inovativas para que a firma se mantenha competitiva (VEUGELERS e CASSIMAN, 1999). Sendo assim, destaca-se um efeito positivo da variável que traduz presença no mercado internacional sobre a decisão de investir em P&D, nos dois modelos, além de aumentar a proporção de trabalhadores PoTec na força de trabalho da

empresa, no caso do modelo restritivo. Esse resultado é coerente com o encontrado por Hall, Lotti e Mairesse (2009) e Griffith *et al.* (2006). Apesar disso, cabe destacar que nos dois modelos, ter como principal mercado o internacional parece reduzir a probabilidade de investir em PoTec.

**Tabela 18: Estimação das equações do estágio 1. Modelo Completo.
Período: 2003 a 2008**

Variável dependente	Faz P&D		Intensidade de P&D	Utiliza PoTec		Intensidade de PoTec
	Coef	OR	Coef	Coef	OR	Coef
Dummy de multinacional	-0,1676 (0,1174)	0,8457 (0,0993)	0,2447 (0,3045)	0,3049* (0,1711)	1,3565* (0,2321)	0,1974 (0,1460)
Dummy de grupo	0,0387 (0,0516)	1,0395 (0,0536)	0,2151* (0,1202)	0,1758** (0,0684)	1,1922** (0,0815)	0,0726 (0,0736)
D. tamanho <50¹	-1,6804*** (0,0624)	0,1863*** (0,0116)		-3,7067*** (0,0977)	0,0246*** (0,0024)	
D. tamanho >=50 & <100	-1,5736*** (0,0652)	0,2073*** (0,0135)		-2,3224*** (0,0873)	0,0980*** (0,0086)	
D. tamanho >=100 & <250	-1,1787*** (0,0646)	0,3077*** (0,0199)		-1,1196*** (0,0822)	0,3264*** (0,0268)	
D. tamanho >=250 & <1000	-0,6405*** (0,0643)	0,5270*** (0,0339)		0,0322 (0,0856)	1,0327 (0,0884)	
D. mercado internacional	0,4358*** (0,0967)	1,5462*** (0,1495)	-0,0609 (0,2952)	-0,3751*** (0,1318)	0,6872*** (0,0906)	0,1624 (0,1248)
D. apoio do governo	0,0561 (0,0488)	1,0577 (0,0516)	-0,0138 (0,1237)	-0,1612*** (0,0607)	0,8511*** (0,0517)	0,0500 (0,0703)
D. cooperação			0,0357 (0,1027)			0,0867 (0,0783)
Inversa de mills			0,5805** (0,2729)			0,8042*** (0,0967)
Constante	-0,2083*** (0,0693)	0,8120*** (0,0563)	0,9765 (0,9385)	0,9705*** (0,1025)	2,6393*** (0,2705)	-3,8933*** (1,0399)
Dummy de setor	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummy de ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Médias das variáveis	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Nº Obs	19.590	19.590	6.561	17.843	17.843	17.820

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método de *probit de efeitos aleatórios de Chamberlain* e o procedimento proposto por Wooldridge (1995) no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA

Tabela 19: Estimação das equações do estágio 1. Modelo Restritivo. Período: 2003 a 2008

Variável dependente	Faz P&D		Intensidade de P&D	Utiliza PoTec		Intensidade de PoTec
	Coef	OR	Coef	Coef	OR	Coef
D. tamanho <50^t	-1,8175*** (0,0611)	0,1624*** (0,0099)		-4,1263*** (0,0995)	0,0161*** (0,0016)	
D. tamanho >=50 & <100	-1,6924*** (0,0641)	0,1841*** (0,0118)		-2,6914*** (0,0875)	0,0678*** (0,0059)	
D. tamanho >=100 & <250	-1,2660*** (0,0639)	0,2820*** (0,0180)		-1,4023*** (0,0811)	0,2460*** (0,0199)	
D. tamanho >=250 & <1000	-0,6814*** (0,0639)	0,5059*** (0,0323)		-0,1274 (0,0836)	0,8804 (0,0736)	
D. mercado internacional	0,4350*** (0,0961)	1,5450*** (0,1485)	-0,0409 (0,2928)	-0,2418* (0,1246)	0,7852* (0,0979)	0,2182* (0,1255)
D. apoio do governo	0,0588 (0,0486)	1,0606 (0,0516)	-0,0099 (0,1230)	-0,1475** (0,0602)	0,8629** (0,0519)	0,0439 (0,0705)
D. cooperação inversa de mills			0,0386 (0,1027) 0,6065** (0,2775)			0,0837 (0,0783) 0,7865*** (0,0931)
Constante	-0,0369 (0,0663)	0,9638 (0,0639)	-4,8600*** (0,6145)	1,4144*** (0,1015)	4,1142*** (0,4178)	-3,8067*** (1,0365)
Dummy de setor	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummy de ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Médias das variáveis	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Nº Obs	19.590	19.590	6.561	17.843	17.843	17.820

^tdummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota: 1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método de *probit de efeitos aleatórios de Chamberlain* e o procedimento proposto por Wooldridge (1995) no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA

Destaca-se, ainda, um crescimento da importância do financiamento público no decorrer do período no Brasil, sendo a intervenção governamental no setor capaz de aumentar o envolvimento da firma nas atividades de inovação (RAFFO, LHUILLERY e MIOTTI, 2008; BERGER, 2010). Observa-se, contudo, um efeito negativo da variável apoio do governo na decisão de realizar esforços inovativos em PoTec, enquanto que não possui efeito sobre a decisão de investir em P&D internamente e nas intensidades de P&D e PoTec. Apesar de Kannebley Jr e Porto (2012) apontarem para um efeito positivo, ainda que pequeno, da

Lei do Bem sobre o investimento em P&D, segundo Kannebley Jr e Ledo (2015), o tipo de financiamento que possuiria impacto sobre a decisão de investir em atividades inovativas é aquele voltado a “outras” atividades inovativas. Dessa forma, por o trabalho se referir a apoio financeiro direto, tal relação negativa, pode estar relacionado ao fato de que os incentivos financeiros oferecidos pelo governo são direcionados para a compra de máquinas e equipamentos e não ao acúmulo de conhecimentos por meio de P&D (ESTEVEZ, 2011). Dessa forma, a firma é incentivada a substituir o investimento em P&D pela aquisição de conhecimento incorporado nas máquinas e equipamentos.

5.2.2. Produto da Inovação

As tablas 20 e 21 abaixo apresentam os resultados para a equação 8 e descrevem os fatores que levam ao aumento da probabilidade da firma inovar para o mercado. Como as relações se mantêm nos dois exercícios, a análise focará no modelo da primeira tabela (20) a qual inclui as variáveis de multinacional e grupo.

Destaca-se que as variáveis principais estimadas no primeiro estágio possuem relação oposta com a probabilidade de a firma inovar para o mercado. Enquanto a intensidade do gasto em P&D interno estimada possui impacto negativo, a intensidade de mão de obra PoTec na firma impacta positivamente a probabilidade de inovação. Tal fato reforça a necessidade de, ao se analisar temporalmente, considerar os problemas de mensuração associados à variável de gasto com P&D. Além de as firmas, por motivos estratégicos, algumas vezes não reportarem seu P&D (Hunter, Webster e Wyatt, 2012) ou se recusarem a informar o valor total gastos (Koh e Reeb, 2015), em pesquisas do tipo CIS, enquanto a inovação se refere ao triênio, o gasto em P&D informado se refere apenas ao último ano. Esses erros de medida podem trazer viés as estimativas, o que justifica esse resultado divergente.

Dessa forma, a medida de PoTec foi utilizada para corrigir esse viés, destacando-se que um aumento em uma unidade do investimento em pessoal técnico-científico aumenta em 78% a probabilidade de a firma possuir como resultado da produção inovativa uma inovação para o mercado. Esse último resultado é coerente com o encontrado por diversos estudos que utilizam o CDM (POLDER *et al.*, 2009; GRIFFITH *et al.*, 2006; MAIRESSE e ROBIN, 2012; GOYA, VAYÁ e SURINACH 2013, VANCAUTEREN *et al.*, 2010).

**Tabela 20: Estimação da equação de inovação. Modelo Completo.
Período: 2003 a 2008**

Medida da variável intensidade de P&D estimada Variável dependente	Gasto em P&D interno		PoTec	
	Inovação para o mercado		Inovação para o mercado	
	Coef	OR	Coef	OR
Intensidade de P&D estimada	-1,1999*** (0,0942)	0,3012*** (0,0284)	0,5772*** (0,0952)	1,7811*** (0,1696)
Log da Intensidade de gasto com máquina para inovação	-0,0284*** (0,0104)	0,9720*** (0,0101)	-0,0330*** (0,0108)	0,9675*** (0,0105)
D. Info Fornecedor	0,1132* (0,0604)	1,1199* (0,0676)	0,1031 (0,0646)	1,1086 (0,0716)
D. Info Consumidor	0,3989*** (0,0647)	1,4902*** (0,0964)	0,4196*** (0,0678)	1,5214*** (0,1031)
D. Info Concorrente	-0,1096** (0,0530)	0,8962** (0,0475)	-0,1275** (0,0555)	0,8803** (0,0488)
D. Info universidade	0,1732*** (0,0551)	1,1891*** (0,0655)	0,2174*** (0,0577)	1,2428*** (0,0717)
Dummy de multinacional	0,3397** (0,1362)	1,4046** (0,1913)	0,1080 (0,1411)	1,1140 (0,1572)
Dummy de grupo	0,2176*** (0,0626)	1,2431*** (0,0778)	-0,0440 (0,0631)	0,9569 (0,0604)
Dummy de tamanho <50¹	-0,7197*** (0,0767)	0,4869*** (0,0374)	-1,4047*** (0,1028)	0,2454*** (0,0252)
Dummy de tamanho >=50 & <100	-0,7833*** (0,0785)	0,4569*** (0,0359)	-1,4388*** (0,0848)	0,2372*** (0,0201)
Dummy de tamanho >=100 & <250	-0,7220*** (0,0750)	0,4858*** (0,0364)	-1,1703*** (0,0753)	0,3103*** (0,0234)
Dummy de tamanho >=250 & <1000	-0,6405*** (0,0643)	0,5270*** (0,0339)	-0,7474*** (0,0714)	0,4736*** (0,0338)
Constante	-7,0850*** (0,4530)	0,0008*** (0,0004)	-1,4469*** (0,1248)	0,2353*** (0,0294)
Dummy de setor	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummy de ano	Sim	Sim	Sim	Sim
Médias das variáveis	Sim	Sim	Sim	Sim
Nº Obs	15.630	15.630	14.329	14.329

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota: 1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método de *probit de efeitos aleatórios de Chamberlain* no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA

**Tabela 21: Estimação da equação de inovação. Modelo Restritivo.
Período: 2003 a 2008**

Medida da variável intensidade de P&D estimada Variável dependente	Gasto em P&D interno		PoTec	
	Inovação para o mercado		Inovação para o mercado	
	Coef	OR	Coef	OR
Intensidade de P&D estimada	-0,9142*** (0,0942)	0,4008*** (0,0377)	0,8361*** (0,0975)	2,3074*** (0,2249)
Log da Intensidade de gasto com máquina para inovação	-0,0295*** (0,0104)	0,9710*** (0,0101)	-0,0325*** (0,0108)	0,9681*** (0,0105)
D. Info Fornecedor	0,1075* (0,0605)	1,1134* (0,0673)	0,0884 (0,0646)	1,0924 (0,0706)
D. Info Consumidor	0,3917*** (0,0646)	1,4795*** (0,0956)	0,4220*** (0,0676)	1,5250*** (0,1030)
D. Info Concorrente	-0,1139** (0,0529)	0,8923** (0,0472)	-0,1310** (0,0553)	0,8772** (0,0485)
D. Info universidade	0,1697*** (0,0550)	1,1849*** (0,0652)	0,2057*** (0,0575)	1,2283*** (0,0707)
Dummy de tamanho <50¹	-1,0517*** (0,0773)	0,3493*** (0,0270)	-2,0343*** (0,1113)	0,1308*** (0,0146)
Dummy de tamanho >=50 & <100	-1,0783*** (0,0793)	0,3402*** (0,0270)	-1,9081*** (0,0895)	0,1484*** (0,0133)
Dummy de tamanho >=100 & <250	-0,9383*** (0,0755)	0,3913*** (0,0295)	-1,4731*** (0,0768)	0,2292*** (0,0176)
Dummy de tamanho >=250 & <1000	-0,6144*** (0,0695)	0,5410*** (0,0376)	-0,8747*** (0,0714)	0,4170*** (0,0298)
Constante	-6,3936*** (0,4422)	0,0017*** (0,0007)	-0,9721*** (0,1236)	0,3783*** (0,0468)
Dummy de setor	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummy de ano	Sim	Sim	Sim	Sim
Médias das variáveis	Sim	Sim	Sim	Sim
Nº Obs	15.630	15.630	14.329	14.329

¹dummy de tamanho maior ou igual a 1000 omitida

Nota:1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método de *probit de efeitos aleatórios de Chamberlain* no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC e PIA

Adicionalmente, tamanho da firma e o investimento em novas máquinas e equipamentos são importantes para a inovação (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2009), pois, na maioria dos estudos, há uma relação positiva entre o tamanho e o nível de inovação da firma (SCHUMPETER, 1942; SCHERER, 1980, GRIFFITH *et al.*, 2006). No presente estudo, firmas maiores terão uma maior probabilidade de inovar para o mercado, mas o investimento em máquinas e equipamentos afeta negativamente essa probabilidade. Isso está relacionado ao fato de as firmas que investem em atividades inovativas através de máquinas

tenderem a inovar de forma incremental melhorando produtos ou gerando produtos novos para firmas, apesar de já existentes no mercado.

Arvanitis (2008) destaca que a performance inovativa dependeria da demanda, competição, condições de apropriabilidade, assim como de patentes, usuários e universidades como fontes de conhecimento. Alguns estudos enfatizam a importância de se estimular políticas para o aumento e melhora das relações entre as firmas grandes e os subcontratados, produtores e consumidores e redes de colaboração (CLARK e GUY, 1997).

Neste contexto, destaca-se uma relação positiva entre as informações coletadas de fornecedores, consumidores e universidades com a inovação para o mercado. A utilização do conhecimento advindo da universidade aumenta em 24% a chance de a firma inovar para o mercado no caso dela investir em PoTec como insumo de inovação. Esse resultado é importante uma vez que a universidade forma conhecimento base para o processo tecnológico (Fujino, 2004). Contudo, cabe destacar que informações advindas de competidores prejudicariam esse resultado de inovação. Esteves (2011) encontra resultado semelhante para o Brasil ao apontar que todas as fontes de informações foram importantes para a inovação das firmas industriais brasileiras, com destaque para as informações fornecidas por clientes. Ademais, aponta-se que o fato de a firma pertencer a um grupo e possuir capital estrangeiro, no caso de se medir esforços de pesquisa com PoTec, parece não influir na probabilidade de inovar.

5.2.3. Função de produção

A tabela 22 apresentam os resultados para o terceiro estágio.

Mudança organizacional, cooperação com os clientes, desenvolvimento do capital humano, a utilização da tecnologia da informação e comunicações, inovação de produto e aprendizado por meio de exportação explicam o aumento nos níveis de produtividade (GOEDHUYS, 2007). Dadas as particularidades do desenvolvimento econômico do país é importante investigar como a performance das empresas se relacionam como as variáveis de inovação. Neste contexto, cabe destacar que a inovação para o mercado afeta positivamente a produtividade das firmas brasileiras no caso de medirmos pesquisa pela PoTec, resultado coerente com a literatura (POLDER *et al.*, 2009; GRIFFITH *et al.*, 2006; MAIRESSE e

ROBIN, 2012; CRÉPON *et al.*, 1998). No entanto, a evidência é significativa apenas ao nível de 10%. No caso da utilização de medidas de gasto de P&D dentro da equação de pesquisa, observa-se uma perda de significância da variável (tabela 22). Dessa forma, o resultado encontrado é importante pois novamente ressalta a necessidade de correção de vies decorrente de erro de medida com o uso da variável instrumental PoTec no lugar do gasto em P&D interno.

Tabela 22: Estimação da função de produção. Período: 2003 a 2008

Variável utilizada no estágio 1	Modelo Completo		Modelo Restritivo	
	P&D interno	PoTec	P&D interno	PoTec
Variável dependente	VTI/PO	VTI/PO	VTI/PO	VTI/PO
Inovação para o mercado estimada	0,0004 (0,0454)	0,0704* (0,0396)	-0,0016 (0,0600)	0,0830** (0,0369)
Log da Intensidade de gasto com máquina	-0,0097* (0,0054)	-0,0090* (0,0054)	-0,0098* (0,0054)	-0,0090* (0,0054)
D. tamanho >=50 & <100¹	-0,2059** (0,0816)	-0,1694** (0,0836)	-0,2057** (0,0815)	-0,1673** (0,0827)
D. tamanho >=100 & <250	-0,3849*** (0,0928)	-0,3541*** (0,0940)	-0,3844*** (0,0934)	-0,3583*** (0,0931)
D. tamanho >=250 & <1000	-0,5114*** (0,1056)	-0,4999*** (0,1027)	-0,5100*** (0,1111)	-0,5159*** (0,1027)
D. tamanho maior ou igual a 1000	-0,7474*** (0,1272)	-0,7837*** (0,1146)	-0,7445*** (0,1449)	-0,8150*** (0,1173)
Constante	11,4175*** (0,1121)	11,5551*** (0,0909)	11,4132*** (0,1405)	11,5837*** (0,0908)
Dummy de setor	Sim	Sim	Sim	Sim
Dummy de ano	Sim	Sim	Sim	Sim
Nº Obs	11.826	11.664	11.826	11.664

¹dummy de tamanho menor que 50 funcionários omitida

Nota: 1) Desvio padrão entre parênteses; ***significante a 1%; **5%, *10%

Fonte: Elaboração própria utilizando o método de efeitos fixos no STATA 11 com base em dados da RAIS-Migra, PINTEC

Adicionalmente, destaca-se uma relação negativa da intensidade de gastos com máquinas sobre o nível de produto da firma. O tamanho da firma por seu turno, diminui a performance da firma brasileira. Assim, uma vez controlado pelos efeitos não observados e pela inovação para o mercado, firmas menores possuem uma produtividade maior do que as empresas grandes. Raffo, Lhuillery, Miotti (2008) apontam que no Brasil, apesar de firmas maiores terem impacto positivo sobre o produto, as empresas com o maior número de funcionários apresentam performance inferior. A performance superior das empresas

menores pode estar ligada ao fato de que as firmas pequenas, que conseguem realizar P&D, possuem um rendimento acima da intensidade média (FREEMAN e SOETE, 1997).

6. CONCLUSÃO

Desde de seu processo de abertura econômica, o Brasil vem observando transformações em sua cadeia produtiva. Como o processo de desenvolvimento brasileiro foi marcado pela proteção da indústria nacional, somente a partir da década de 1980, quando a economia passou a se internacionalizar, que o setor produtivo passa a desenvolver esforços internos a fim de reduzir custos e de competir nesse novo mercado. Dentro deste contexto econômico, o País, seguindo a tendência mundial, passa a investir em novas formas de produzir e na criação de novos produtos. A princípio, a tecnologia utilizada pela indústria, a fim de melhorar a produtividade, tem como base a importação de máquina e equipamentos. Contudo, as empresas começam a observar a necessidade de desenvolver novas tecnologias internamente para maximizar a absorção desse conhecimento tecnológico incorporado nos equipamentos e para desenvolver novas tecnologias.

Dadas as particularidades do desenvolvimento industrial nacional e da importância do investimento em P&D e das inovações para aumentar a produtividade e competitividade da indústria nacional, torna-se importante entender o processo de escolha do investimento em P&D, a concretização da inovação e seu efeito sobre a produtividade nas firmas industriais. Para compreender melhor essa realidade, utilizou-se como base do estudo os dados da PINTEC para os triênios de 1998-2000, 2001-2003, 2003-2005, 2006-2008 e 2009-2011.

Ao analisar as características das empresas que responderam à pesquisa, observa-se que no decorrer dos triênios houve uma redução das firmas que afirmam realizar P&D internamente. Apesar disso, provavelmente puxado por outros gastos com atividades inovativas, a porcentagem de firmas que realizam inovação de produto e/ou processo aumentou, o que demonstra um crescimento da importância dada pelas firmas ao desenvolvimento de inovações. Cabe destacar, ainda, que enquanto a inovação somente de processo aumenta nos períodos, a de produto apesar de aumentar entre períodos, no último triênio cai, voltando ao patamar inicial. Isso confirma que, apesar de as empresas industriais

nacionais valorizarem o desenvolvimento inovativo, as empresas utilizam a maior parte dos seus esforços em inovações mais simples. Ressalta-se ainda que, enquanto quase metade das firmas declarou ter algum tipo de inovação de produto e/ou processo, apenas 14% afirmam inovar para o mercado, o que indica que a maior parte das firmas industriais nacionais ainda não desenvolvem produtos inteiramente novos, ou na fronteira do conhecimento tecnológico.

Em relação à caracterização das empresas, observa-se um aumento do percentual delas que declarou fazer parte de um grupo ou realizar arranjos cooperativos no período. Ao mesmo tempo, informações obtidas fora da empresa, de fornecedores, consumidores, universidades e concorrentes, tiveram maior importância. Tal fato demonstra um engajamento maior das firmas brasileiras em adquirir conhecimento externamente a fim de impulsionar a inovação. Paralelamente, mais empresas utilizam algum tipo de proteção para suas inovações e requerem apoio financeiro do governo.

Levando em consideração o modelo originalmente proposto por Crépon, Duguet e Mairesse (1998), e suas posteriores ampliações, o presente estudo propôs a estimação do modelo, utilizando uma alternativa ao investimento em P&D interno como medida de insumo de inovação, a qual abrangeria o P&D interno e o externo e, intrinsecamente, o conhecimento tácito incorporado nos trabalhadores. Essa medida corresponde ao gasto com pessoal classificado como PoTec. Além disso, ampliou-se a aplicação original ao se trabalhar com dados em painel, que considera a heterogeneidade não observada das firmas.

Quanto às estimações, observa-se uma mudança na significância e magnitude das variáveis quando se comparam os anos e as análises *cross-section* com as de dados em painel. Dentro do primeiro estágio, que envolve a decisão de investir em pesquisa e, em caso afirmativo, o quanto investir em PoTec, observa-se uma coerência das direções das variáveis explicativas no decorrer dos anos. Dessa forma, a utilização de mecanismos de proteção influencia positivamente o investimento em P&D nos dois últimos triênios, o que demonstra que as firmas passam a tentar garantir os retornos do investimento em pesquisa com o tempo.

Adicionalmente, cabe destacar que o fato de pelo menos parte de o capital da firma ser estrangeiro e de a empresa ser parte de um grupo, por facilitar o acesso a conhecimento externo e a financiamentos, impacta positivamente o P&D da empresa em todos os períodos. A participação em arranjos cooperativos, apesar de em 2003 não afetar a intensidade do gasto

em PoTec, afeta positivamente esse investimento em 2005 e 2008, o que demonstra uma valorização progressiva do conhecimento externo do decorrer dos anos.

Ao se avaliar a probabilidade de inovar para o mercado, destaca-se uma modificação das relações entre as variáveis no decorrer do período. Enquanto em 2008, apenas a utilização de conhecimento advindo de universidades e o tamanho da firma aumentavam a possibilidade de a empresa ter uma inovação nova para o mercado, em 2003 e 2005, a intensidade de gasto com PoTec, a condição de ser multinacional e pertencer a um grupo afetam a inovação da firma nova para o mercado. Contudo, essas relações são opostas nos períodos, em 2003 afetam positivamente e, em 2005, negativamente. Captar informação de consumidores e das universidades aumenta a probabilidade de inovar ao mesmo tempo em que as informações de concorrentes prejudicam a inovação para o mercado. A produtividade da firma no período aumenta à medida em que a inovação para o mercado ocorre.

Assim, aponta-se para a importância do controle de efeitos não observados na análise das firmas industriais brasileiras, dado que boa parte da flutuação desses efeitos estaria ligada à endogeneidade advinda da omissão desse efeito. Dentro das estimações de painel, destaca-se um impacto positivo de a firma ser uma multinacional sobre a decisão de investir em pessoal PoTec. Dada a maior produtividade das firmas multinacionais e a proximidade destas com a matriz no exterior, amplia-se a disponibilidade de conhecimento acessível à empresa, além das exigências quanto à qualidade do produto produzido. Dessa forma, uma relação positiva está de acordo com o esperado. A mesma relação se observa para o caso de a firma fazer parte de um grupo, contudo, essas variáveis não afetam a intensidade desse investimento.

Adicionalmente, firmas que possuem um nível de exportação alto, ou seja, possuem como principal mercado o internacional, enfrentam um grau de exigência da demanda maior do que aquelas voltadas ao mercado interno. Além disso, as imposições feitas pelos governos dos países para que seja possível a entrada de produtos em seus mercados, fazem com as empresas sejam obrigadas a investir em melhorias de sua produtividade e na qualidade de seus produtos. Dessa forma, como esperado, no caso brasileiro, há um efeito positivo de possuir o mercado externo como principal destino do seu produto sobre a decisão de investir em P&D interno.

Ao se controlar para os efeitos não observados, destaca-se ainda que arranjos cooperativos entre firmas e/ou organizações não parecem afetar a intensidade de P&D e o estoque de PoTec. Em relação ao tamanho da empresa, ressalta-se que firmas maiores possuem maior probabilidade de começar um esforço inovador e/ou um programa de P&D.

Apesar do crescimento da importância do financiamento público no decorrer do período, observa-se um efeito negativo da variável na decisão de realizar esforços inovativos em P&D, o que pode estar relacionado ao fato de os incentivos financeiros oferecidos pelo governo serem direcionados para a compra de máquinas. Dessa forma, a firma, por ter acesso a esses recursos, ao tomar a decisão de investir em tecnologia, aloca a maior de seus esforços na aquisição de conhecimento incorporado nas máquinas e equipamentos, em detrimento do esforço interno.

Ao se analisar os fatores que levam a firma a possuir um resultado positivo em relação à inovação para o mercado, aponta-se que, enquanto firmas maiores terão uma maior probabilidade de inovar para o mercado, o investimento em máquinas e equipamentos afeta negativamente essa probabilidade. Tal relação aponta para um desincentivo em inovar para o mercado se o gasto está relacionado a inovações principalmente de processo.

Apesar disso, destaca-se que o conhecimento obtido externamente favorece esse resultado de inovação, na maioria dos casos, com exceção apenas da informação advinda de concorrentes, o que pode estar relacionado à competição entre as firmas pelo mercado. Dessa forma, o acesso ao conhecimento gerado nas universidades e as informações de desejos e *feedbacks* dos consumidores irá aumentar a probabilidade de a empresa introduzir um produto novo dentro do mercado. Aponta-se ainda para uma relação positiva entre o fato de a firma pertencer a um grupo e possuir capital estrangeiro com a inovação para o mercado, o que está relacionado ao acesso facilitado a um conhecimento tecnológico externo.

Em relação às variáveis de interesse, destaca-se que, enquanto o investimento em P&D interno afeta negativamente a inovação, a intensidade de trabalhadores PoTec aumenta a probabilidade de a firma implementar inovação nova para o mercado. Como há uma endogeneidade causada pelo fato de a variável de dispêndio em P&D interno, ao contrário das outras variáveis do modelo, se referir ao último ano de cada triênio, sua utilização torna as estimativas enviesadas. Assim, tal resultado se mostra importante pois destaca que a

utilização de medidas alternativas ao gasto em P&D interno, especialmente no caso de painel de dados, torna as estimativas consistentes.

A importância da utilização da PoTec como *proxy* de esforço inovativo se reflete também na equação de resultado da firma, em que, no caso do modelo que no primeiro estágio utiliza gasto com P&D interno, a inovação para o mercado não influencia produtividade. Ao se considerar neste estágio o investimento em PoTec, o resultado desse investimento, a inovação para o mercado, impacta positivamente a produtividade da firma. Adicionalmente, destaca-se uma relação negativa da intensidade de gastos com máquinas sobre o nível de produto da firma e que firmas menores possuem uma produtividade maior.

A principal ressalva deste trabalho relaciona-se aos dados utilizados, dessa forma, cabe testar novas variáveis, em especial, reconstruir a variável apoio do governo, a fim de captar melhor sua relevância dentro do contexto inovativo da firma. Adicionalmente, em trabalhos futuros, pretende-se incluir na análise medidas de transbordamento de conhecimento, dado sua contribuição para a performance inovativa da empresa, e expandir a equação de produtividade. Outra possível extensão se refere à comparação dos resultados do modelo entre as firmas de setores intensivos em tecnologia e de não intensivos, com o objetivo de testar se há diferença entre os determinantes do processo inovativo nas empresas desses setores.

REFERÊNCIAS

- ACS, Z. J.; AUDRETSCH, D. B. . **Innovation and Small Firms**. Cambridge, MA: MIT Press. (1990)
- ACS, Z. J.; AUDRETSCH, D. B. . Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis. **The American Economic Review**, v. 78, n. 4, p. 678–690, 1988.
- AMEMIYA, T. **Advanced Econometrics**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1985.
- ARAÚJO, B. C.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. . Variáveis proxy para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 5, p. 16-21, 2009.
- AROCENA, R.; SUTZ, J. . Knowledge, innovation and learning: systems and policies in the north and in the south. In: Cassiolato, J. E.; Lastres, H. M. M. and Maciel, M. L. (eds) **Systems of Innovation and Development: evidence from Brazil**. 1ª ed. Cheltenham: Elgar, 2003, Capítulo 11, p. 291-310.

ARROW, K. . Economic welfare and the allocation of resources for invention, In: Nelson, R. (Ed.), **The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors**. Princeton: Princeton University Press, p. 609-626, 1962.

ARUNDEL, A.; PATEL, P.; SIRILLI, G.; SMITH, K. . **The Future of Innovation Measurement in Europe: Concepts, Problems and Practical Directions**. STEP Group OSLO, IDEA Paper Series n. 3, 1997.

ARVANITIS, S. Innovation and Labour Productivity in the Swiss Manufacturing Sector: An Analysis Based on Firm Panel Data. In: Van Beers, C., A. Kleinknecht, R. Ort e R. Verburg (eds.), **Determinants of Innovative Behaviour: A Firm's Internal Practices and Its External Environment**, Palgrave, London. p. 188-216. 2008.

BASCAVUSOGLU, E. Patterns of technology transfer to the developing countries: differentiating between embodied and disembodied knowledge. **European Trade Study Group**, v. 4, p. 112-121, 2004.

BECHEIKH,N.; LANDRY, R.; AMARA, N. . Lessons from innovation empirical studies in the manufacturing sector: A systematic review of the literature from 1993–2003. **Technovation**, v. 26, n. 5, p. 644-664, 2006.

BENAVENTE, J. M. . The role of research and innovation in promoting productivity in Chile. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 15, n. 4-5, p. 301–315, 2006.

BENEKI, C.; GIANNIAS, D.; MOUSTAKAS, G. . Innovation And Economic Performance: the case of Greek SMEs. **Regional and Sectoral Economic Studies**, v. 12, n. 1, p. 43-54, 2012.

BERGER, M. . The innovation- productivity link: comparing Thailand with a sample of OECD countries. In: Fourth Conference on Micro Evidence on Innovation in Developing Economies. **Proceedings...** Tartu, Estonia May 27-28, 2010.

BLANK, D. M.; STIGLER, G. J. . The demand and supply of scientific personnel. **NBER Books**. 1957.

BÖNTE, W. . R&D and productivity: Internal vs. external R&D: evidence from West German manufacturing industries. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 12, n. 4, p. 343–60, 2003.

CABAGNOLS, A. ; BAS, C. LE . Differences in the determinants of product and process innovations: the French case. In: **Innovation and firm performance**. Palgrave Macmillan UK, 2002. p. 112-149.

CAMPOS, B. C. Aspectos da padronização setorial das inovações na indústria Brasileira: uma análise multivariada a partir da PINTEC 2000. In: XXXIII Encontro nacional de Economia. **Anais...** ANPEC: Rio grande do Norte, 2005.

CARVALHO, L; AVELLAR, A. . P. Inovação E Produtividade: Evidências Empíricas Para Empresas Brasileiras. In: XLI Encontro Nacional de Economia. **Anais...** ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia, 2014.

CASELLI, F. . Technological revolutions. **American Economic Review**, v. 89, n. 1, p.78–102, 1999.

- CASSIMAN, B.; VEUGELERS, R. .External technology sources: embodied or disembodied technology acquisition. University Pompeu, Fabra, **Economics and Business Working Paper**, n. 444, p 1-22, 2000.
- CLARK, J.; GUY, K. . Innovation and competitiveness. **Technopolis**, n. 97. Brighton, 1997.
- COE, D. T.; HELPMAN, E. . International R&D spillovers. **European Economic Review**, v. 39, n. 5, p. 859–887, 1995.
- COELHO, D. ; DE NEGRI, J. A. ; NEGRI, F. . Tecnologia, Exportação e Emprego. In: João Alberto De Negri; Fernanda De Negri; Danilo Coelho. (Org.). **Tecnologia Exportação e Emprego**. 1ed.Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2006, v. 1, p. 17-50
- COHEN, W. M. Fifty years of empirical studies of innovative activity and performance. In: Hall, B. H. e Rosenberg, N (eds), **Handbook of the Economics of Innovation**, v. 1, 2010. Capítulo 4, p. 129-213.
- COHEN, W. M.; LEVIN, R. C.; MOWERY, D. C. . Firm Size and R & D Intensity: A Re-Examination. **The Journal of Industrial Economics**, v. 35, n. 4, p. 543–565, 1987.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. . Innovation and Learning: The Two Faces of R&D Source. **The Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596, 1989.
- COOPER, D. P. . Innovation and reciprocal externalities: information transmission via job mobility. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 45, n. 4, p. 403–425, 2001.
- CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. . Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 7, n. 2, p. 115-158, 1998.
- CRESPI, G. A.; TACSIR, E.; VARGAS, F. . Innovation dynamics and productivity: Evidence for Latin America. United Nations University-Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT), **UNU-MERIT Working Paper Series**, 2014-092, 2014.
- CRESPI, G.; ZUÑIGA, P. . Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. **World Development**, v. 40, n. 2, p. 273-290, 2012.
- DE LA POTTERIE, B. V. P. . Issues in Assessing the Effect of Interindustry R&D Spillovers. **Economic Systems Research**, v. 9, n. 4, p. 331-356, 1997.
- DE NEGRI, F. Padrões tecnológicos e de comércio exterior das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (org.), **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005
- DE NEGRI, J. A.; ESTEVES, L.; FREITAS, F.. Knowledge production and firm growth in Brazil. In: **Micro Evidence on Innovation in Developing Economies Conference**, Maastricht. 2007.
- DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S.; DE CASTRO, A. B. . Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (org.), **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

- DIETZENBACHER, E.; LOS, B. . Externalities of R&D Expenditures. **Economic Systems Research**, v. 14, n. 4, p. 407-425, 2002.
- DOSI, G. . Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of Economic Literature**, v. 26, n. 3, p. 1120-1171, 1988.
- DUGUET, E. . Innovation height, spillovers and TFP growth at the firm level: Evidence from French manufacturing. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 15, n. 4-5, p. 415-442, 2006.
- ESTEVES, L. A. . R&D, fixed capital investment and firm growth in Brazil. **Análise**, v. 22, n. 2, p. 165-178, 2011.
- FABRIZIO, K. R. . Absorptive capacity and the search for innovation. **Research Policy**, v. 38, n. 2, p. 255–267, 2009.
- FAGERBERG, J. . Why growth rates differ. In: Dosi, G. et al. (Ed.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988.
- FENG, Z. H. E. N. Innovation and Productivity in Chinese Firms: a Micro Study of Four Manufacturing Sectors. In: 59th ISI World Statistics Congress, **Proceedings...** Hong Kong, Agosto 25-30, 2013.
- FISCHER, M.; VARGA, A. . Spatial knowledge spillovers and university: research: evidence from Austria. **The Annals of Regional Science**, v. 37, n. 2, p. 303-322, 2003.
- FLOR, M.L., OLTRA, M. J. . Identification of innovating firms through technological innovation indicators: an application to the Spanish ceramic tile industry. **Research Policy**, v. 33, n. 2, p. 323-336, 2004.
- FORAY, D. . **The Economics of knowledge**. MIT press, 2004.
- FREEMAN, C. ; SOETE, L. (Ed.). **The economics of industrial innovation**. 3ª Ed., London: Psychology Press, 1997.
- FREEMAN, C., **The Economics of Industrial Innovation**, 2ª edição, Londres, Cambridge (Mass.): MIT Press. 1982.
- FUJINO, A. Política de Informação e a Trila Hélice: Reflexão sobre serviços de Informação na Cooperação U-E. In: V CINFOM, 2004, Salvador. **Anais...** Salvador: CINFOM, 2004.
- GAULT, F.; VON HIPPEL E. A. . **The prevalence of user innovation and free innovation transfers: Implications for statistical indicators and innovation policy**. Working Paper 4722-09, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA. 2009
- GILBERT, M.; CORDEY-HAYES ,M. . Understanding the process of knowledge transfer to achieve successful technological innovation. **Technovation**, v. 16, n. 6, p. 301-312, 1996.
- GOEDHUYS, M. **The impact of innovation activities on productivity and firm growth: evidence from Brazil**. United Nations University, Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology, UNU-MERIT, Working Paper 2007-002. 2007.

GOEDHUYS, M., JANZ, N., MOHNEN, P. **What drives productivity in Tanzanian manufacturing firms: technology or institutions?**. United Nations University, Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology, UNU-MERIT working paper 2006/39, Maastricht, the Netherlands. 2006.

GONÇALVES, E.; LEMOS, M. B. ; DE NEGRI, J. A. . Condicionantes de la innovación tecnológica en Argentina y Brasil. **Revista de la CEPAL**, v. 94, p. 75-99, 2008.

GOYA, E.; VAYÁ, E.; SURIÑACH, J. . Do spillovers matter? CDM model estimates for Spain using panel data. In: XXXVIII Spanish Economic Association Meeting, **Anais...** Santander/Espanha, XXXVIII Spanish Economic Association Meeting, Dezembro, 2013.

GRIFFITH, R.; HUERGO, E.; MAIRESSE, J.; PETERS B. . Innovation and productivity across four European countries. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 22, n. 4, p. 483-498, 2006.

GRIFFITH, R.; REDDING, S.; VAN REENEN, J. . R&D and absorptive capacity: Theory and empirical evidence. **The Scandinavian Journal of Economics**, v. 105, n. 1, p. 99-118, 2003.

GRILICHES, Z. . Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. **The Bell Journal of Economics**, v. 10, n 1, p. 92–116, 1979.

GRILICHES, Z. . Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey, **American Economic Review**, v. 84, p.1-23, 1994.

GRILICHES, Z. . Productivity, R and D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970's. **The American Economic Review**, v. 76, n. 1, p. 141–154, 1986.

GRILICHES, Z. . The discovery of the residual: A historical note. **Journal of Economic Literature**, v. 34, n. 3, p. 1324-1330, 1996.

GRILICHES, Z., Productivity Puzzles and R&D: Another Nonexplanation. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 2, n. 4, p. 9-21, 1988.

GRILICHES, Z. (Ed.). **R&D, patents and productivity**. University of Chicago Press, 2007.

GRONAU, R. . Wage comparisons: A selectivity bias. **Journal of Political Economy**, v. 82, n.6, p. 1119-1155, 1974.

GUSSO, D. Agentes da inovação: quem os forma, quem os emprega. **Tecnologia, exportação e emprego**. Brasília: Ipea, p. 397-444, 2006.

HALL, B. H. . Innovation and diffusion. In: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C., NELSON, R. R. (Eds.), **The Oxford Handbook of Innovation**, New York: Oxford University Press, 2005, Cap. 17.

HALL, B. H. . **Innovation and productivity**, Nordic Economic Policy Review, p. 167-204, 2011.

HALL, B. H.; LOTTI, F.; MAIRESSE, J. . Evidence on the Impact of R&D and ICT Investment on Innovation and Productivity in Italian Firms, **Economics of Innovation and New Technology**, v. 22, n. 3, pp. 300-328, April, 2013.

HALL, B. H.; LOTTI, F.; MAIRESSE, J. . Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy. **Small Business Economics**, v. 33, n. 1, p. 13-33, 2009

HALL, B. H.; MAIRESSE, J. . Empirical studies of innovation in the knowledge-driven economy. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 15, n. 4-5, p. 289-299, 2006.

HALL, B.; MAIRESSE, J.; MOHNEN, P. . Measuring the returns to R&D, In: B. Hall e N. Rosenberg (eds), **Handbook of the Economics of Innovation**, North-Holland, Amsterdam, 2010.

HALL, B.; VAN REENEN, J. . How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. **Research Policy**, v. 29, n. 4, p. 449-469, 2000.

HECKMAN, J.J. Sample Selections Bias as a Specification Error. **Econometrica**, v. 47, n. 1, 1979.

HUERGO, E. ; MORENO, L. Does history matter for the relationship between R&D, innovation, and productivity?. **Industrial and Corporate Change**, v. 20, n. 5, p. 1335-1368, 2011.

HUNTER, L.; WEBSTER, E.; WYATT, A. . Accounting for expenditure on intangibles. **Abacus**, v. 48, n. 1, p. 104-145, 2012.

IEDI. O Investimento Estrangeiro na Economia Brasileira e o Investimento de Empresas Brasileiras no Exterior. IEDI- Instituto de Estudos de Desenvolvimento Industrial, fevereiro de 2011.

JAFFE, A. B. .Technological opportunities and spillovers of R&D. **American Economic Review**, v. 76, p. 984–1001, 1986

JANZ, N., LÖÖF, H., PETERS, B. . Firm level innovation and productivity – is there a common story across countries. **Problems and Perspectives in Management**, v. 2, p. 184–204, 2004.

JEFFERSON, G. H.; HUAMAO, B.; XIOAJING, G.; XIAOYUN, Y. . R&D performance in Chinese industry. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 15, n. 4-5, p. 345-366, 2006.

JOHANSSON, B.; LÖÖF, H. Innovation, R&D and productivity. **Centre of Excellence for Science and Innovation Studies Electronic Working Paper Series**, v. 159, 2009.

KANNEBLEY JR, S.; LEDO, B. A. . Inovação e Produtividade nos Setores de Serviços de Tecnologia de Informação e Comunicação. In: Fernanda De Negri e Luiz Ricardo Cavalcante. (Org.). **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Vol. 2 Determinantes. 1ed. Brasília: IPEA, 2015, v. 2, p. 301-330.

KANNEBLEY JR, S.; PORTO, G. S.; PAZELLO, E. T. Characteristics of Brazilian innovative firms: An empirical analysis based on PINTEC—industrial research on technological innovation. **Research Policy**, v. 34, n. 6, p. 872-893, 2005.

KANNEBLEY JR., S.; PORTO, G.S. 2012. Incentivos fiscais à pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Brasil: Uma avaliação das políticas recentes. Brasil, Banco Interamericano de Desenvolvimento - Divisão de Competitividade e Inovação (IFD/CTI). **Texto para**

discussão IDB-DP-236. Disponível em: <http://superaparque.com.br/upload/20151005-041038-incentivos-fiscais.pdf>.

KLINE, S J.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: **The positive sum strategy: Harnessing technology for economic growth**, v. 275, p. 305, 1986.

KOH, P. S.; REEB, D. M. . Missing R&D. **Journal of Accounting and Economics**, v. 60, n. 1, p. 73-94, 2015.

LEE, C. . Innovation, Productivity and Exports: Firm-Level Evidence from Malaysia, **Nottingham University Business School–Malaysia Campus. Working Paper Series**, v. 06, 2008.

LÖÖF, H.; HESHMATI, A. . Knowledge capital and performance heterogeneity: A firm-level innovation study. **International Journal of Production Economics**, v. 76, n. 1, p. 61-85, 2002.

LÖÖF, H.; HESHMATI, A. . On the Relationship between Innovation and Performance: A Sensitivity Analysis. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 15, n. 4-5, p. 317-344, 2006.

LÖÖF, H.; HESHMATI, A.; ASPLUND, R.; NÅS, S. O. . Innovation and performance in manufacturing industries: A comparison of the Nordic countries. **The Icfaiian Journal of Management Research**, v. 2, p. 5-35, 2003.

LUNDEVALL, B. Å. . **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. London: Pinter, 1992

MACEDO, P. B. R. . Innovation and productivity performance: how does Minas Gerais compare to other major states? Evidence from PINTEC 2000 and PIA 1996-2001. In: XI Seminário sobre a Economia Mineira. **Anais...** Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

MAIRESSE, J.; MOHNEN, P. . Using innovations surveys for econometric analysis. **Handbook of the Economics of Innovation**, v. 2, p. 1129-1155, 2010.

MAIRESSE, J.; ROBIN, S. The importance of process and product innovation for productivity in French manufacturing and services industries. In: ANDERSON, M.; JOHANSSON, B.; KARLSSON, C.; LÖÖF, H. (org) **Innovation & Growth: from R&D strategies of innovation firms to economy-wide technological change**. Oxford: Oxford University Press, 2012.

MAIRESSE, J.; SASSENOU, M. R&D and productivity: a survey of econometric studies at the firm level. **NBER Working Paper**, n. 3666, 1991.

MAIRESSE, J.; MOHNEN, P., KREMP, E. . The importance of R&D and innovation for productivity: A reexamination in light of the French innovation survey. **Annales d'Economie et de Statistique**, p. 487-527, 2005.

MANSFIELD, E. . How rapidly does new industrial technology leak out? **The Journal of Industrial Economics**, n. 34, p. 217–223, 1985.

- MANSFIELD, E. . Patents and innovation: An empirical study. **Management Science**, v. 32, n. 2, p. 173-181, 1986.
- MASSO *et al.* The impact of inter-firm and occupational mobility on innovation: evidence from job search portal data. In: 4th Conference on Micro Evidence on Innovation in Developing Economies, **Proceedings...**,Tartu: Estonia, 2010.
- MENDI, P. . Trade in disembodied technology and total factor productivity in OECD countries. **Research Policy**, v. 36, n. 1, p 121–133, 2007
- MICHIE, J. . Introduction. The Internationalisation of the innovation process. **International Journal of the Economics of Business**, v 5, n. 3, p. 261–277, 1998.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Manual da RAIS-migra**. Brasília: MTE, 2008.
- MOHNEN, P. ; HALL, B. H. . Innovation and productivity: an update. **Eurasian Business Review**, v. 3, n. 1, p. 47-65, 2013.
- MOLERO, J.; GARCÍA, A. . **Factors affecting innovation revisited**. Instituto Complutense de Estudios Internacionales, Universidad Complutense de Madrid, 2008.
- MUNDLAK, Y. . On the pooling of time series and cross section data. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, v 46, n 1, p. 69-85, 1978.
- NELSON, R. R. Institutions generating and diffusing new technology. **Frontiers in Innovation Diffusion**, Oxford University Press, Oxford, 1986.
- O'MAHONY, M.; VECCHI, M. R&D, knowledge spillovers and company productivity performance. **Research Policy**, v. 38, n. 1, p. 35-44, 2009.
- OECD, **Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data: Oslo manual**. OECD, Paris, 2^a ed. 1997.
- ORSENIGO, L. **The Emergence of Biotechnology**. Printer Publishers, London. 1989.
- PARISI, M. L.; SCHIANTARELLI, F.; SEMBENELLI, A. Productivity, innovation and R&D: Micro evidence for Italy. **European Economic Review**, v. 50, n. 8, p. 2037-2061, 2006.
- PAVITT, K. Innovation processes. **The Oxford handbook of innovation**, v. 18, p. 656, 2005.
- POLDER, M.; VAN LEEUWEN, G.; MOHNEN, P.; RAYMOND W. . Productivity effects of innovation modes. The Hague: **Statistics Netherlands Discussion Paper No. 09033**. 2009.
- RAFFO, J.; LHUILLERY, S.; MIOTTI, L. . Northern and southern innovativity: A comparison across European and Latin American countries. **European Journal of Development Research**, v. 20, n. 2, p. 219–239, 2008.
- ROMER, P. M. . Endogenous Technological Change. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, p. 71-102, 1990.

- ROSENBERG, N. . The commercial exploitation of science by American industry. **Studies on Science and the Innovation Process**, p. 2, 1984 1984.
- ROSENKOPF, L; ALMEIDA, P. Overcoming local search through alliances and mobility. **Management science**, v. 49, n. 6, p. 751-766, 2003.
- ROTHWELL, R. *et al.* SAPPHO updated-project SAPPHO phase II. **Research policy**, v. 3, n. 3, p. 258-291, 1974.
- SANTARELLI, E.; STERLACCHINI, A. . Innovation, formal vs. informal R&D, and firm size: some evidence from Italian manufacturing firms. **Small Business Economics**, v. 2, n. 3, p. 223-228, 1990.
- SANTOS, D. F. L. . O Perfil Da Inovação Na Indústria Brasileira. **Revista Gestão Industrial**, v. 8, n. 3, 2012.
- SANTOS, D. F. L. *et al.* Innovation efforts and performances of Brazilian firms. **Journal of Business Research**, v. 67, n. 4, p. 527-535, 2014.
- SCHERER, F. M. **Industrial Market Structure and Economic Performance**. 2^a ed. Chicago: Rand McNally College Pub. Co. 1980.
- SCHUMPETER, J. A. . **Capitalism, Socialism and Democracy**. Harper, New York. 1942.
- SCHUMPETER, J. A. . **The Theory of Economic Development**. Harvard, University Press, Cambridge, MA. 1934
- SCHUMPETER, J. A. The creative response in economic history. **The journal of economic history**, v. 7, n. 02, p. 149-159, 1947.
- SEGARRA, A.; TERUEL, M. . Productivity and R&D sources: evidence for Catalan firms. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 20, n. 8, p. 727-748, 2011.
- SEGATTO, A. P. **Análise do processo de cooperação tecnológica Universidade-Empresa: um estudo exploratório**. 1996, 175p. Dissertação (Mestrado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo: São Paulo, 1996
- SILVA, A. M. . Impactos da Geração e Absorção de Conhecimento na Produtividade da Firma. **Revista Economia Contemporânea**, v. 13, n. 3, p. 467-487, set./dez. 2009
- SILVA, F. Q.; AVELLAR, A. P. M. de. P&D, Inovação e Produtividade: Evidências para Empresas Industriais Brasileiras. In: 43^o Encontro Nacional de Economia, **Anais...** ANPEC. Florianópolis/SC. 2015.
- SILVERBERG, G.; DOSI, G.; ORSENIGO, L. . Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model. **The Economic Journal**, v. 98, n. 393, p. 1032-1054, 1988..
- SIMPSON, P. M.; SIGUAW, J. A.; ENZ, C. A. Innovation orientation outcomes: The good and the bad. **Journal of Business Research**, v. 59, n. 10, p. 1133-1141, 2006.
- Sistema de contas nacionais: Brasil: 2000-2002** In: Série Contas Nacionais, volumes 10 e 12. 2003

Sistema de contas nacionais: Brasil: 2003, In: Série Contas Nacionais, volumes 10 e 12, 2004.

SMITH, K. Measuring innovation, In: J. Fagerberg, D. C. Mowery e R. R. Nelson (eds), **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford University Press: Oxford/New York, p. 148–177, 2005.

SCHMOOKLER, J. **Invention and Economic Growth**. Harvard University Press, Cambridge, MA. 1966.

SONG, J.; ALMEIDA, P.; WU, G. . Learning-by-hiring: when is mobility more likely to facilitate interfirm knowledge transfer? **Management Science**, v. 49, n 4, p. 351–365, 2003.

SPENCE, M. . Cost Reduction, Competition and Industry Performance. **Econometrica**, v. 52, p. 101–21, 1984.

SYVERSON, C. What Determines Productivity?. **Journal of Economic Literature**, v. 49, n. 2, p. 326–365, 2011.

TURCHI, L. ; COELHO, D. . Quem Quer e Quem Pode Realizar Parcerias com Universidades. In: Lenita Turchi; João De Negri; Alvaro Comim. (Org.). **Pesquisa sobre atitudes empresariais para o desenvolvimento e inovação**. 1ed.Brasilia: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012, v. 1,p. 277-297.

VANCAUTERENY, M.; BONGARDZ, R.; KORTX, P.; MELENBERG, B.; PLASMANS, J. . Innovation and Productivity of Dutch Firms: A Panel Data Analysis, In: Second Asia - Pacific Innovation Conference, **Proceedings...** National Center of Science, Tokyo, March 28-29, 2011.

VEUGELERS, R., CASSIMAN, B. . Make and buy in innovation strategies: evidence from Belgian manufacturing firms. **Research Policy**, v 28, n. 1, p. 63–80, 1999.

VIOTTI, E. B. . National learning systems: a new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea, **Technological Forecasting and Social Change**, v. 69, n. 7, Amsterdam, Elsevier, September, 2002.

VIOTTI, E. B.; BAESSA, A.; KOELLER, P. Perfil da inovação na indústria brasileira: uma comparação internacional. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (org.), **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

WINTER, S. G. . Schumpeterian competition in alternative technological regimes. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 5, n. 3, p. 287-320, 1984.

WOOLDRIDGE, J. M. . **Econometric analysis of cross section and panel data**. MIT Press: London, 2002.

WOOLDRIDGE, J. M. . Selection corrections for panel data models under conditional mean independence assumptions. **Journal of econometrics**, v. 68, n. 1, p. 115-132, 1995.

ZACHARIADIS, M. . R&D-induced Growth in the OECD?. **Review of Development Economics**, v. 8, n. 3, p.423-439, 2004.

ZEMPLINEROVÁ, A.; HROMÁDKOVÁ, E. . Determinants of Firm's Innovation. **Prague Economic Papers**, v. 21, n. 4, p. 487-503, 2012.

ZUCOLOTO, G. F.; TONETO JUNIOR, R. . Esforço tecnológico da indústria de transformação brasileira: uma comparação com países selecionados. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v 9, n. 2, ago. 2005.