

P&D, Inovação e Produtividade na Indústria: uma abordagem para o Brasil¹

Juliana Gonçalves Taveira²

Eduardo Gonçalves³

Ricardo da Silva Freguglia⁴

Resumo

A literatura aponta que a P&D seria um dos principais insumos para a inovação. A partir de um modelo estrutural nos moldes do modelo CDM, este artigo 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. Pretende-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 um painel de microdados de firmas, construído com dados da PINTEC, PIA e RAIS-Migra. 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, modelo CDM.

Abstract

The following literature suggests that R&D is one of the main inputs for innovation. 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 expenditure on workers classified as PoTec. For this purpose, we create a panel data with firm's microdata from PINTEC, PIA e RAIS-Migra. 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, CDM model.

Área 9 - Economia Industrial e da Tecnologia

JEL: O31, O39, J24.

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. 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,

¹ Os autores agradecem o apoio da Fapemig, CNPq e CAPES pelo financiamento e ao IBGE pela disponibilização dos dados. Artigo submetido ao 44º. Encontro Nacional de Economia, ANPEC, 2016.

² Professora Assistente da FE/UFJF-Campus GV e Doutoranda em Economia PPGE/FE-UFJF – juliana.goncalves@ufjf.edu.br

³ Professor Associado da FE/UFJF e Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2- eduardo.goncalves@ufjf.edu.br

⁴ Professor Adjunto da FE/UFJF e Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2- ricardo.freguglia@ufjf.edu.br

atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), contratação de trabalhadores habilitados e equipamentos de alta tecnologia (Becheikh, Landry e Amara, 2006).

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. 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). 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). 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.

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). 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).

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. 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. 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, a utilização de dados de P&D 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 à 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)

Além de trazer novas evidências para o caso brasileiro aplicando uma metodologia pouco utilizada para a realidade nacional, o presente estudo 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. Pretende-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.

Além da presente introdução, o trabalho está dividido em mais 4 seções. A seção 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. A terceira seção corresponde a exposição da estratégia empírica escolhida, modelo CDM, com a descrição das equações e métodos de estimação utilizados dentro desta modelagem. A seção quatro apresenta as bases de dados utilizadas, junto com uma descrição estatísticas destas. Na quinta seção, descreve-se os principais resultados encontrados, dividindo-os 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 e produtividade

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 realizam atividades de P&D, contratam trabalhadores qualificados e experientes e adquirem equipamentos de alta tecnologia (Becheikh, Landry e Amara, 2006). O processo inovativo envolve, portanto, o uso de informação com diversos graus de caráter público e universalidade, havendo necessidade de complementar esse conhecimento público com o tácito, aquele conhecimento adquirido pelo indivíduo e difícil de codificar (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).

O uso de vários tipos de insumos, de natureza codificado ou tácita, porém, não garante a criação da inovação. Em outras palavras, a inovação está cercada de incerteza econômica e técnica. No primeiro tipo, a fase de invenção pode não se tornar inovação por falta de aceitação no mercado. No segundo tipo de incerteza, a invenção em si pode apresentar dificuldades técnicas (Dosi, 1988). Logo, nem todo investimento em inovação gera um produto ou processo novo que melhore a performance da empresa, originando os chamados impasses tecnológicos (Arundel *et al.*, 1997) e criando riscos e custos excessivos (Dosi, 1988). 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). Assim, aumenta-se os incentivos a essas atividades (Spence, 1984).

Entender os níveis de inovação e seus determinantes, torna-se importante uma vez que se tem comprovado na literatura o impacto desta sobre a performance da empresa. Ademais, mesmo quando as inovações na qualidade do produto não introduzem um novo bem ao mercado, ao aumentar o preço do produto, tem-se impactos positivos sobre o resultado da firma (Syverson, 2011). Melhorias na produtividade estão associadas às empresas mais inovativas, por meio de duas formas: 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; e, firmas mais inovativas tendem a crescer mais que suas concorrentes além de firmas entrantes

com produtos aprimorados possuírem maior probabilidade de tirar do mercado as empresas ineficientes, o que aumenta os níveis de produtividade agregada (Hall, 2011).

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). 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), que empiricamente é medida principalmente a partir da produção bruta, valor adicionado ou de vendas (Hall, Mairesse e Mohnen, 2010).

Diversos estudos comprovam que diferenças na produtividade são, em sua maior parte, explicadas por diferenças de conhecimento entre as firmas (Hall, 2011). Nos últimos anos, tem-se dado uma atenção maior aos efeitos da P&D sobre a produtividade e performance inovativa da firma (Crépon, Duguet, e Mairesse, 1998). 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.

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). 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).

Griliches (1979) foi o primeiro a delinear esse conceito, com a pressuposição básica de que o produto da inovação seria resultado do investimento em P&D. Entretanto, contrariando a definição de inovação, a P&D industrial não é necessariamente planejada, organizada ou até contínua (Santarelli e Sterlacchini, 1990). 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 com pesquisa (Koh e Reeb, 2015). Além disso, a P&D não é capaz de capturar todos os aspectos inerente à inovação (Becheikh, Landry e Amara, 2006), com isso, alguns estudos passam a substituir a medida de P&D por outra que aborde o produto do processo inovativo (Hall, Mairesse e Mohnen, 2010).

O uso de dados obtidos por meio do CIS permitiu mensurar o produto da inovação em suas diferentes formas por esse ser medido diretamente a partir de uma variável *dummy* (Mohnen e Hall, 2013), a qual é usada de forma frequente na literatura (Parisi, Schiantarelli e Sembenelli, 2006; Griffith *et al.*, 2006). 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 (Fischer e Varga, 2003).

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, além do problema decorrente da mensuração da inovação por meio da P&D, 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 teriam vantagens comparativas na produção de pesquisa e assim fariam maiores investimentos. 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).

Em uma tentativa de corrigir esses dois vieses, 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. 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 na próxima seção, ampliaram o escopo da literatura ao introduzir um modelo estrutural, 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.

2.2. 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 CIS. Segundo Hall e Mairesse (2006), além de se destacar por utilizar essas pesquisas, este modelo progrediu de duas. 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 uma modelagem 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, e por causa da natureza qualitativa de algumas variáveis dependentes.

A proposta do CDM original é construir um modelo de função de produção de conhecimento de quatro equações, as quais incorporam três estágios: 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; e, no terceiro passo, tem-se a produtividade em função do capital e, principalmente, do resultado de inovação. Apesar de o método econométrico utilizado pelos autores estimar o modelo de forma simultânea, a maioria dos estudos opta por uma abordagem sequencial, em que o valor previsto da variável endógena entra como uma variável instrumental no passo seguinte. No caso, o valor previsto da intensidade de P&D do primeiro estágio entra como explicativa na formação da inovação, e o valor previsto do produto da inovação na equação de produtividade. Hall, Lotti e Mairesse (2009) ao comparar as duas afirmam que essa última não afetaria a qualidade das estimações.

Essa metodologia recursiva foi proposta inicialmente por Griffith *et al.* (2006), e ao estimar o modelo de forma sequencial, 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. Neste caso, 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. Além de alterar a forma como o modelo é estimado, os autores foram ainda os primeiros a separar o resultado de inovação entre inovação de produto e de processo, considerando uma função para cada uma dessas medidas.

Outra expansão possível é a inclusão de equações no primeiro estágio. Neste caso, os autores estimam simultaneamente no primeiro estágio duas equações de esforço de pesquisa. Polder *et al.* (2009), além da equação de intensidade de P&D tradicional, estimam 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 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 (Löf e Heshmati, 2006); o uso de gasto com inovação incluindo gasto de P&D (Löf e Heshmati, 2006) ou a utilização de outros gastos de inovação que não P&D (Johansson e Löf, 2009) no primeiro estágio; distinguir no segundo estágio, a inovação nova apenas para a firma da nova para o mercado (Duguet, 2006), os tipos de produto da inovação (Griffith *et al.*, 2006) ou usar o número de patentes ou trabalhadores na área de P&D (Beneki, Giannias e Moustakas, 2012).

Outro avanço possível dentro da modelagem CDM é a inclusão da evolução temporal na análise. Parisi, Schiantarelli e Sembenelli (2006) foram pioneiros em considerar a dinâmica temporal, embora os dados utilizados não constituam um painel em si. Já Huergo e Moreno (2010), assim como Goya, Vayá e Suriñach (2013) e Vancauterem *et al.* (2010) aplicam o modelo a um painel de dados. Os dois primeiros autores inovam ainda ao considerar no modelo a possibilidade de persistência do comportamento inovador e Goya, Vayá e Suriñach (2013) incluem medidas de transbordamento de conhecimento enquanto Vancauterem *et al.* (2010) introduzem o volume de patentes concedidas como medida de resultado de inovação.

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) 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: o tamanho da firma, seu *market share*, sua diversificação e fatores relacionados à demanda (*demand pull*) e empurrados pela tecnologia (*technology push*).

As firmas francesas, que protegem suas invenções e inovação, estão mais propensas a realizar P&D continuamente e em maior intensidade (Mairesse e Robin, 2012). O mesmo ocorre para Espanha, Alemanha e Reino Unido (Griffith *et al.*, 2006). A intensidade de P&D é ainda impulsionada pela cooperação (Mairesse e Robin, 2012) na França e pela participação no mercado internacional, na França (Mairesse e Robin, 2012), Espanha, Alemanha, e Reino Unido (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. Apesar disso, as fontes externas de conhecimento impulsionam a inovação de França, Alemanha, Suíça, Argentina, Brasil e México.

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 (Huergo e Moreno, 2010). O financiamento público, além de aumentar o envolvimento das firmas com inovação na Argentina, Brasil e México, impulsiona a intensidade de P&D na França, Alemanha (Raffo, Lhuillery e Miotti, 2008) e Espanha (Huergo e Moreno, 2010).

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 Alemanha, Suíça, Argentina, Brasil, México (Raffo, Lhuillery e Miotti, 2008), Espanha, Reino Unido (Griffith *et al.*, 2006) e Malásia (Lee, 2008). 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).

Em relação à produtividade, tanto patentes 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 e Reino Unido (Griffith *et al.*, 2006), a inovação de produto impactaria positivamente a produtividade da indústria da Espanha e Reino Unido, embora não na Alemanha (Griffith *et al.*, 2006). Apesar disso, nenhuma relação entre inovação e produtividade foi encontrada na Finlândia (Löf *et al.*, 2003) ou no Chile (Benavente, 2006). 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 relacionada à inovação de produto (Lee, 2008).

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). Esteves (2011) encontra que empresas maiores, financiadas pelo governo, que operam em setores que utilizam patentes para proteger inovações e que têm mão de obra mais qualificada, são mais propensas a investir em P&D. Além disso, variáveis de qualidade da mão de obra,

de cooperação, tamanho de firma e do financiamento público parecem ser determinantes da intensidade de P&D (Silva e Avellar, 2015). Cabe destacar ainda que as empresas que receberam financiamento do governo foram mais propensas a se envolver em inovação de processo (Esteves, 2011) e a gastar com inovação, além de possuírem maior esforço de inovação (Kannebley Jr e Ledo, 2015). No que diz respeito à probabilidade de realizarem inovações de produto e processo, fontes externas de informação se mostraram importantes (Esteves, 2011). 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).

As empresas que inovam em produto, em comparação com empresas que não o fazem, registram taxas de crescimento mais elevadas em seu estoque de capital fixo. Entre as firmas que realizaram inovações de processo, o valor correspondente foi menor (Esteves, 2011). Tanto a inovação de produto quanto a de processo, com destaque para a primeira, aumentam a produtividade do trabalho (Kannebley Jr e Ledo, 2015). Já Silva e Avellar (2015) apontam que o nível de produtividade é influenciado positivamente pela inovação de produto, ao mesmo tempo que negativamente pela inovação de processo. Apesar disso, ao considerar apenas a inovação de produto ou de processo, o impacto da inovação de processo passa a ser positivo sobre a produtividade.

3. ESTRATÉGIA EMPÍRICA

A partir da evolução do uso dos modelos do tipo CDM, observa-se que a maioria dos estudos analisa um ponto no tempo, desconsiderando assim qualquer evolução temporal. Adicionalmente, a maior parte dos trabalhos utilizam como medida de esforço inovador a intensidade do gasto em P&D, desconsiderando algumas limitações inerentes à sua utilização. 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. A maioria dos estudos mede ainda o resultado do processo inovativo a partir de *dummies* de inovação e escolhe, como variáveis para medir a performance da firma, o valor adicionado e o total de vendas por trabalhador.

O presente estudo se diferencia ao testar uma nova medida de esforço de inovação, que é o estoque do pessoal ocupado técnico-científico (PoTec), a qual é construída para o triênio e suas estimações são comparadas com as de gastos com P&D. No caso brasileiro, o uso das informações de gastos de P&D são provenientes da PINTEC, base originária do IBGE, a qual traz a despesa com pesquisa interna das firmas referente ao último ano do triênio investigado, em suas várias edições, 1998-2000, 2001-2003, 2003-2005, 2006-2008 e 2009-2011. A PoTec 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 inovadoras 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 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.

A estratégia empírica adotada no presente estudo é baseada em Griffith *et al.* (2006) e Goya, Vayá e Suriñach (2013). 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 Proposto

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 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. 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 (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 $t=1, \dots, T$ o correspondente ao tempo, o esforço inovador da firma é observado 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 possui algum trabalhador considerado PoTec no triênio. Dessa forma, só seria possível estimar diretamente essa variável com o risco de incorrer em viés de seleção.

A fim de corrigir esse possível viés, assume-se a equação 1 como equação de seleção, a qual indica se a firma realiza algum esforço de inovação:

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

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. 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 valores maiores que zero. 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 1 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 inclui um vetor de médias dos regressores que variam no tempo como variáveis controle, para permitir alguma correlação entre o efeito aleatório e os regressores (Mundlak, 1978).

Dado que a intensidade de P&D só é observada quando a firma realiza algum esforço de inovação, descrito na 1 equação acima, tem-se que:

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

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 2 a partir de um estimador consistente proposto por Wooldridge (1995). Nele, estima-se a equação por mínimos quadrados ordinários empilhados, incluindo como variáveis explicativas a interação entre as *dummies* de tempo e as T razões *inversas de mills*, propostas por Heckman (1979), obtidas a partir das estimativas de T modelos *probits* (uma para cada ano) da equação de seleção.

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:

$$INO_{it} = \tau \widehat{IPD}_{it} + x_{it}^{(3)'} \beta^{(3)} + \alpha_i^{(3)} + e_{it}^{(3)} \quad (3)$$

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 \widehat{IPD}_{it} é a variável de esforço em inovação estimada no estágio anterior. 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, $E(e_{it}^{(3)} | IPD_{it}^*) \neq 0$. 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 3 e aqui representado como \widehat{IPD}_{it} . 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 3 é estimada por meio de um *probit de efeitos aleatórios de Chamberlain* (Mundlak, 1978; 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:

$$Y_{it} = \pi_{it} \widehat{INO}_{it} + x_{it}^{(4)'} \beta^{(4)} + \alpha_i^{(4)} + e_{it}^{(4)} \quad (4)$$

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 estimada \widehat{INO}_{it} , por sua vez, como *proxy* do conhecimento gerado, é medida a partir do valor predito da equação 4, dado o viés de simultaneidade presente na relação entre inovação e produtividade. O último passo é estimado por meio de um *estimador de efeitos fixos*.

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 agregou-se a RAIS-migra por empresa.

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. Apesar de possuir todos os triênios disponíveis optou-se por utilizar os de 2003 a 2008, ou seja, 2001-2003, 2003-2005 e 2006-2008. 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. Utilizou-se, as variáveis descritas no quadro 1.

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 pelo rastreamento do Programa de Integração Social - PIS, enquanto a identificação da firma se dá por meio de seu Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica - CNPJ. A possibilidade de junção com outras bases justifica sua escolha apesar de esta se restringir ao setor formal da economia.

Partindo do fato de que a maior parte dos dispêndios em P&D corresponderem aos gastos com os salários dos pesquisadores optou-se por utilizar a variável “pessoal ocupado técnico-científico” (PoTec) como medida alternativa de esforço de inovação. Esta proposta em sua forma atual por Araújo, Cavalcante e Alves (2009), apresenta um coeficiente de correlação com os gastos internos e externos com P&D maiores que 90%, formando assim, uma proxy válida de esforço tecnológico (Araújo, Cavalcante e Alves, 2009). É construída a partir dos grupos ocupacionais de ensino superior da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO): pesquisadores, engenheiros, diretores e gerentes de P&D e profissionais científicos. Após identificar esses trabalhadores das ocupações classificadas como PoTec na indústria extrativa e de transformação, agregou-se a base por firma, 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. Antes da junção das bases, a PINTEC possuía em cada triênio, respectivamente, 10.624, 12.996 e 15.926 firmas e após a junção ficou-se com 10.269, 11.930 e 13.956 empresas, respectivamente.

A base de dados da PIA, por sua vez, é uma pesquisa anual construída pelo IBGE e foi utilizada apenas para a construção da *proxy* que visa medir o capital físico das firmas, utilizada na equação 4. Esta é medida descontando da soma do valor gasto em aquisições e melhorias o valor gasto com as baixas, e dividindo-se o somatório do gasto líquido em máquinas e equipamentos do triênio pela receita líquida de vendas. A fim de normalizar a variável, aplica-se o logaritmo. A PINTEC é uma pesquisa também conduzida pelo IBGE nos moldes da *Community Innovation Survey – CIS*, com o objetivo de fornecer informações sobre as atividades inovativas realizadas pelas firmas da indústria brasileira. Cabe destacar que uma limitação corresponde à restrição de informações no que tange às firmas não inovativas. Adicionalmente, pelo fato de a base constituir uma amostragem estratificada, é necessária a aplicação de pesos em todas as etapas.

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 produtividade (Crépon, Duguet, e Mairesse 1998). 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), esperando-se assim, uma relação positiva da variável de proteção. 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 (Esteves, 2011) ao mesmo tempo em que o capital estrangeiro elevaria as atividades e resultados inovativos (Polder *et al.*, 2009).

Quadro 1: 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 1
IPD_{it}	PINTEC RAIS-Migra	Dispêndios com atividades internas de P&D/RLV ou média de trabalhadores PoTec/PO.	Variável Dependente da equação 2 Explicativa na equação 3 (+)
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 3 Explicativa na equação 4 (+)
y_{it}	PIA/PAS PINTEC	Log do valor de transformação industrial sobre o número de trabalhadores da firma.	Variável dependente da equação 4
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 1, 2 e 3 (+)
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 2 (+)
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 1, 2 e 3 (+)
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 2 e 3 (+)
Apgov _{it}	PINTEC	Assume valor 1 se a empresa utiliza algum financiamento público para inovar, e 0, caso contrário.	Variável explicativa das equações 1 e 2 (+)
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 1 e 2 (+)
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 3 (+)
Imaqino	PINTEC	Log do gasto com máquinas e equipamentos para atividade inovativas sobre RLV.	Variável explicativa da equação 3 (+)
k_{it}	PIA empresa	Log do gasto líquido com máquinas e equipamentos sobre RLV.	Variável explicativa da equação 4 (+)
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

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). Observa-se que o tamanho da firma, na maioria dos estudos, possui uma relação positiva com o nível de inovação (Schumpeter, 1942), o mesmo esperado no presente estudo. Espera-se ainda correlação positiva entre o gasto com máquinas para inovação e o resultado do processo inovativo. A incorporação de capital, por sua vez, eleva a produtividade da firma (Goya, Vayá e Suiñach, 2006).

4.1. Estatísticas descritivas

A tabela 1 apresenta as características das empresas do setor industrial brasileiro que responderam à pesquisa no período de 2003 a 2008. Observa-se que no decorrer dos triênios houve uma redução das firmas que afirmam realizar P&D internamente, de 10% em 2003 e 2005 para 6% em 2008. Apesar disso, provavelmente puxado por outros gastos com atividades inovativas, a porcentagem de firmas que realizam inovação de produto e/ou processo aumentou, de 45% em 2003 para 52% em 2008.

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

	2003		2005		2008	
	11.050		12.498		14.014	
Total de Firmas	obs	%	obs	%	obs	%
Fazem PD	1.142	10,33	1.357	10,86	931	6,65
Inovam	4.932	44,63	5.769	46,16	7.258	51,79
Inovam em produto	3.334	30,17	3.825	30,61	4.933	35,20
Inovam em processo	3.953	35,77	4.584	36,68	5.976	42,64
Inovam pro mercado	922	8,35	1.386	11,09	1.973	14,08
Mercado Internacional	270	2,44	276	2,21	240	1,71
Grupo	374	3,39	432	3,45	1.167	8,32
Multinacional	262	2,37	267	2,14	386	2,75
Cooperação	205	1,86	503	4,03	785	5,60
Fonte info Fornecedor	3.472	31,42	4.320	34,56	5.678	40,51
Fonte info Consumidor	3.106	28,10	4.046	32,38	5.665	40,42
Fonte info Competidor	2.564	23,20	3.289	26,31	4.522	32,27
Fonte info Universidade	625	5,66	1.021	8,17	1.504	10,73
Proteção	1.667	15,08	1.877	15,02	2.730	19,48
Apoio do Governo	939	8,50	1.095	8,76	1.592	11,36
Tamanho <50	8.673	78,49	10.089	80,72	11.147	79,54
Tamanho >=50 & <100	1.203	10,89	1.272	10,18	1.562	11,15
Tamanho >=100 & <250	681	6,16	667	5,34	787	5,61
Tamanho >=250 & <1000	284	2,57	357	2,86	390	2,79
Tamanho >=1000	187	1,70	102	0,82	117	0,83
	média	DP	média	DP	média	DP
Gasto com máquinas/ Receita Líquida de Vendas	0,0233	0,0002	0,0192	0,0002	0,0258	0,0002
Gasto com máquinas p/ inovação/ Receita Líquida de Vendas	0,0351	0,0003	0,0664	0,0005	0,0605	0,0004
L. Produtividade	10,7185	0,0970	10,8439	0,0868	11,0607	0,0789
Gasto com P&D/ Receita Líquida de Vendas	0,0235	0,0014	0,0563	0,0116	0,0358	0,0022

Fonte: Elaboração Própria

Cabe destacar, ainda, que enquanto a inovação somente de processo aumenta nos períodos, a de produto aumenta entre períodos. Além disso, enquanto em média 48% inovam,

apenas 11% inovam para o mercado, o que demonstra um baixo grau de novidade nas inovações brasileiras. 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, dada a baixa capacidade de realização de P&D por parte das firmas brasileiras (De Negri, Salerno e Castro, 2005). Adicionalmente, observou-se um percentual maior de firmas inovando em processo do que em produto.

Uma 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).

Dado que as firmas não inovarão se não puderem preservar o produto dessa inovação (Mairesse e Robin, 2012), é importante observar como as firmas se protegem. Assim, 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%. Quanto a variável de apoio do governo, nos dois primeiros triênios, 2003 e 2005, aproximadamente 8% das firmas utilizam algum tipo de financiamento do governo para fomentar a inovação. 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.

As relações da empresa com o exterior, 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%.

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. 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. Em relação a colaboração e aprendizado, o percentual de empresas que estiveram envolvidas em arranjos cooperativos com outra (s) organização(s) a fim de desenvolver atividades inovativas 1% em 2003. Contudo, essa proporção sobe, ficando em torno de 5% até 2008. Destaca-se ainda que nos 2 primeiros períodos, apenas 3% das firmas brasileiras declararam fazer parte de um grupo, subindo para 8% em 2008.

5. RESULTADOS

Dada a influência das características não observadas das firmas sobre o seu desempenho inovador e performance, torna-se importante considerar na análise do modelo a heterogeneidade não observada da firma, uma vez que desconsiderar esse efeito poderia causar uma endogeneidade oriunda do viés de variável omitida. Dessa forma, ressalta-se a necessidade desse controle para que as estimações não fiquem viesadas.

5.1. Esforços de pesquisa: insumo de inovação

A tabela 2 apresenta os resultados da estimação das equações 1 e 2. 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 chance⁵ (RC). Já a segunda e a quarta colunas verificam os fatores que afetam a intensidade desses investimentos. Verifica-se nos modelos de intensidade de P&D a significância das inversas de Mills, evidenciando-se, assim, a necessidade do controle para a seleção amostral.

Tabela 2: Estimação das equações do estágio 1. Período: 2003 a 2008

Variável dependente	Faz P&D		Intensidade de P&D	Utiliza PoTec		Intensidade de PoTec
	Coef	RC	Coef	Coef	RC	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

As fontes externas de conhecimento impulsionam a inovação em diversos países (Raffo, Lhuillery e Miotti, 2008), uma vez que compensam até certo ponto a falta de conhecimento local e elevam 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. Isso pode estar relacionado a um maior acesso a conhecimento tecnológico ou a

⁵ Dada a impossibilidade de se analisar a magnitude dos coeficientes da regressão probabilística, estima-se a razão de chance. Esta é definida como 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, interpretar-se-á a razão de chance da seguinte forma: (razão de chance - 1) x 100.

financiamentos por parte dessas firmas (Polder *et al.*, 2009), em relação as empresas com capital nacional, o que faz com que elas decidam investir em pessoal técnico científico. Contudo, o efeito sobre a intensidade de pesquisa e sobre a decisão e intensidade de P&D interno 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 país.

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). Assim, ser parte de um grupo afeta positivamente a intensidade de investir internamente em P&D e aumenta a probabilidade de a firma decidir aumentar o número de trabalhadores PoTec, em 19%. Isso ocorre pois a inovação depende da colaboração e aprendizado interativo entre firmas e organizações (Smith, 2005). Contudo, ao contrário do encontrado em alguns estudos (Mairesse e Robin, 2012), 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 de esforço inovador. Tal relação pode estar intimamente ligada ao fato de alguns países em desenvolvimento 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).

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. Esse resultado é coerente com o encontrado por Hall, Lotti e Mairesse (2009) e Griffith *et al.* (2006). Contudo cabe observar que, no caso da utilização da variável PoTec, esse efeito parece ser negativo.

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). 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, por se referir a apoio financeiro direto, tal relação negativa, pode estar relacionada 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 (Esteves, 2011). Além disso, Kannebley Jr e Ledo (2015) destacam que o tipo de financiamento que possui impacto sobre a decisão de investir em atividades inovativas é aquele voltado a “outras” atividades inovativas. Dessa forma, a firma não investe na geração de conhecimento ligado ao P&D, sendo incentivada pelo financiamento do governo a investir em outras atividades de inovativas como compra de máquinas.

5.2. Produto da Inovação

A tabla 3 abaixo apresenta os resultados para a equação 3 e descrevem os fatores que levam ao aumento da probabilidade da firma em inovar para o mercado.

Tabela 3: Estimação da equação de inovação. Período: 2003 a 2008

Medida da variável intensidade de P&D estimada	Gasto em P&D interno		PoTec	
	Inovação para o mercado		Inovação para o mercado	
Variável dependente	Coef	RC	Coef	RC
Variáveis Explicativas				
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

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 uma relação positiva entre esta e a inovação para o mercado. Um aumento em uma unidade do investimento em pessoal técnico-científico aumenta em 78% a probabilidade de a firma possuir como resultado da função de produção de conhecimento uma inovação para o

mercado. Esse 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).

Adicionalmente, o 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; 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 para atividades inovativas 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.

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.

5.3. Função de produção

A tabela 4 abaixo apresenta os resultados para o terceiro estágio.

Tabela 4: Estimação da função de produção. Período: 2003 a 2008

Variável utilizada no estágio 1	P&D interno	PoTec
Variável dependente	VTI/PO	VTI/PO
Inovação para o mercado estimada	0,0004 (0,0454)	0,0704* (0,0396)
Log da Intensidade de gasto com máquina	-0,0097* (0,0054)	-0,0090* (0,0054)
D. tamanho >=50 & <100¹	-0,2059** (0,0816)	-0,1694** (0,0836)
D. tamanho >=100 & <250	-0,3849*** (0,0928)	-0,3541*** (0,0940)
D. tamanho >=250 & <1000	-0,5114*** (0,1056)	-0,4999*** (0,1027)
D. tamanho maior ou igual a 1000	-0,7474*** (0,1272)	-0,7837*** (0,1146)
Constante	11,4175*** (0,1121)	11,5551*** (0,0909)
Dummy de setor	Sim	Sim
Dummy de ano	Sim	Sim
Nº Obs	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

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). 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 4). Dessa forma, o resultado encontrado é importante pois novamente ressalta a necessidade de correção de viés decorrente de erro de medida com o uso da variável instrumental PoTec no lugar do gasto em P&D interno.

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 uma vez controlado pelos efeitos não observados e pela inovação para o mercado. Raffo, Lhuillery, Miotti (2008) apontam que no Brasil, apesar de as firmas maiores terem impacto positivo sobre o produto, as empresas com o maior número de funcionários apresentam performance inferior.

6. CONCLUSÃO

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.

Dada a importância do controle de efeitos não observados na análise das firmas industriais brasileiras, dentro das estimações de painel, destaca-se um impacto positivo de a firma ser uma multinacional e fazer parte de um grupo empresarial sobre a decisão de investir em pessoal PoTec. Dada a maior produtividade das firmas multinacionais e a proximidade destas com a matriz, amplia-se a disponibilidade de conhecimento acessível à empresa, além das exigências quanto à qualidade do produto produzido, aumentando a probabilidade de a firma investir em pesquisa. Apesar disso, destaca-se ainda que arranjos cooperativos entre firmas e/ou organizações não parecem afetar 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.

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 incrementais. Apesar disso, destaca-se que o conhecimento obtido externamente favorece esse resultado de inovação. O acesso ao conhecimento gerado nas universidades e as informações oriundas dos consumidores irá aumentar a probabilidade de a empresa introduzir um produto novo dentro do mercado.

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.

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 utiliza gasto com P&D interno no primeiro estágio, 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.

A principal ressalva deste trabalho relaciona-se aos dados utilizados, assim, cabe testar novas variáveis, em especial, reconstruir a variável apoio do governo, a fim de captar sua relevância dentro do contexto inovativo da firma, dividindo-a em apoio para compra e máquinas e apoio para realização de P&D. Adicionalmente, em trabalhos futuros, pretende-se incluir na análise medidas de transbordamento de conhecimento e expandir a equação de produtividade. Outra possível extensão se refere a aplicação de um painel dinâmico.

REFERÊNCIA

- 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.
- 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.
- 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, 2012.
- 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.
- DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S.; DE CASTRO, A. B. . Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI; SALERNO (org.), **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**.
- 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, 2006.
- ESTEVES, L. A. . R&D, fixed capital investment and firm growth in Brazil. **Análise**, v. 22, n. 2, p. 165-178, 2011.
- 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.
- 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.
- 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...** 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, 2006.

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.

HALL, B. H. . **Innovation and productivity**, Nordic Economic Policy Review, 2011.

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.

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

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, SÉRGIO; 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.

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, 2006.

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

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.

PARISI, M. L.; SCHIANTARELLI, F.; SEMBENELLI, A. Productivity, innovation and R&D: Micro evidence for Italy. **European Economic Review**, v. 50, n. 8, 2006.

POLDER, M.; VAN LEEUWEN, G.; MOHNEN, P.; RAYMOND W. . Productivity effects of innovation modes. **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.

SANTARELLI, E.; STERLACCHINI, A. Innovation, formal vs. informal R&D, and firm size: evidence from Italian manufacturing firms. **Small Business Economics**, v. 2, 1990.

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

SILVA, F. Q.; AVELLAR, A. P. M. de. P&D, Inovação e Produtividade: Evidências para Empresas Industriais Brasileiras. In: 43º Encontro Nacional de Economia, **Anais...** ANPEC. Florianópolis/SC. 2015.

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...** 2011.

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.