

INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS PARA EMPRESAS BRASILEIRAS

Luciana Carvalho

Professora da Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia e
Doutoranda em Economia do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia
lu_carvalho@hotmail.com

Ana Paula Avellar

Professora Doutora do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia
Pesquisadora CNPq e FAPEMIG
anaavellar@ie.ufu.br

Resumo

O objetivo deste artigo é realizar uma investigação empírica acerca da relação entre as variáveis que explicam o desempenho produtivo das empresas brasileiras, medido por duas medidas de produtividade: Produtividade do Trabalho (PT) e Produtividade Total dos Fatores (PTF) e a inovação. Foram utilizados dados por empresas proveniente da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC, 2003, 2005 e 2008) e estimados modelos *cross-section* e dados em painel. Os resultados sugerem esforço inovativo e a inovação produzem impactos ainda incipientes na competitividade da indústria nacional, refletindo-se na falta magnitude no coeficiente estimado para os diversos indicadores de inovação. Dessa forma, ainda existe um longo caminho a percorrer a fim de superar os gargalos à promoção da competitividade das empresas brasileiras.

Palavras Chaves: Inovação; Produtividade; Painel.

Abstract

The purpose of this paper is to supply an empirical investigation on the relationship between the variables that explain the productive performance of Brazilian companies, measured by two measures of productivity: Labor Productivity (TP) and Total Factor Productivity (TFP) and innovation. Data were used by companies from the Technological Innovation Survey (PINTEC, 2003, 2005 and 2008) and estimated models cross-section and panel data. The results suggest innovative effort and innovation produce incipient impacts on competitiveness of national industry, reflected in the absence magnitude of the coefficient estimated for the various innovation indicators. Thus, there is still a long way to go in order to overcome bottlenecks to promote the competitiveness of Brazilian companies.

Keywords: Innovation, Productivity, Panel Data Analysis

Área ANPEC: Área 9 – Economia Industrial e da Tecnologia

Classificação JEL: O32, L60.

1. Introdução

Diversos estudos têm evidenciado a existência de relação positiva entre inovação e produtividade. Os estudos pioneiros sobre as fontes de crescimento da produtividade revelaram que os insumos capital e trabalho explicavam menos da metade da variação da produtividade. A parte não explicada, chamado “residual” é, muitas vezes, considerada o efeito da mudança técnica na produtividade. Existe uma vasta literatura que busca encontrar medidas para a mudança técnica (melhorias no capital, na qualidade de trabalho e nas atividades de P&D) para tentar explicar o crescimento residual da produtividade (GRILICHES, 1979, 1998, 2000; ARGILÉS, POTTERS e VIVARELLI, 2005).

No âmbito internacional muitos países estão avançando no sentido de incorporar medidas de P&D em seus sistemas de contas nacionais e, portanto, atribuir diretamente seu impacto no crescimento econômico, bem como acrescentar importância do conhecimento para o desenvolvimento econômico (BRITTO, 2009). O entendimento do crescimento da produtividade perpassa pelo desempenho da atividade inovativa das empresas e, em parte, explica os desdobramentos econômicos e lacunas de produtividade entre os países.

O objetivo deste artigo é identificar as variáveis que explicam o desempenho produtivo das empresas brasileiras, medido por duas medidas de produtividade: Produtividade do Trabalho (PT) e Produtividade Total dos Fatores (PTF). As variáveis explicativas dividem-se em quatro grupos: características das empresas, capacitação tecnológica, indicadores de inovação e classificação setorial.

A metodologia proposta por esse estudo baseia-se na estimação dos seguintes modelos econométricos: análise *cross-section* para ano de 2008 e análise de dados em painel, para anos 2003, 2005 e 2008 disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia Econômica (IBGE), a partir da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC). Esta investigação examina como inovação (medida por novos produtos, processos, mudanças organizacionais e Índice de Tecnologia) afetam a produtividade das empresas.

Para atender esse objetivo o trabalho está organizado em quatro seções, incluindo essa breve introdução. A segunda seção apresenta o debate empírico sobre a influência da inovação tecnológica no crescimento da produtividade das empresas. A terceira seção descreve os procedimentos metodológicos e os dados utilizados. Na quarta seção apresentam-se os resultados do estudo empírico desenvolvido nesse estudo. Por fim, a quinta seção, sintetiza as considerações finais.

2. Inovação e Produtividade

2.1 Debate Teórico

Diversos trabalhos tratam do impacto da inovação na produtividade das empresas. Recentemente, o aumento de dados disponíveis em nível da firma e o avanço de técnicas econométricas vêm contribuindo para um crescimento nos estudos empíricos (GRILICHES, 1998, 2000; HUERGO e JAUMANDREU, 2004; WAKELIN, 2001; TSAI e WANG, 2004; ARGILÉS, POTTERS e VIVARELLI, 2005; CASSIMAN, GOLOVKO e MARTÍNEZ-ROS, 2011).

Embora haja um grande debate acerca das medidas de produtividade, não existe um consenso sobre a forma mais adequada de mensuração. Na literatura internacional, a maioria dos

estudos utilizam duas medidas de produtividade: a Produtividade do Trabalho (PT) e a Produtividade Total dos Fatores (PTF).

A PT é comumente calculada pela razão entre o valor de transformação industrial (VTI) medido pela diferença entre receita de vendas e custos de produção, em relação ao número de pessoal ocupado (PO) na empresa. (Equação 1).

$$\text{Produtividade do Trabalho} = \text{VTI}/\text{PO} \quad (1)$$

Parte dos estudos empíricos utilizam a produtividade do trabalho para medir a variação da produtividade. Em sua maioria, a variação da produtividade é dada pelo crescimento no valor adicionado a preços constantes menos o crescimento nas horas trabalhadas (MAIRESSE e MOHNEN, 2010; BEVEREN e VANDENBUSSCHE, 2009).

Algumas críticas são levantadas a cerca da medida da produtividade do trabalho. Primeiro, ela gera uma instabilidade na determinação de como uma utilização mais eficiente de material pode resultar num ganho de produtividade total para a empresa. Segundo, essa medida operacionaliza muito mais os melhoramentos de produtividade resultantes da eficiência nas compras de materiais e componentes, do que mesmo de ganhos decorrentes do uso mais eficiente da mão-de-obra e energia. Neste sentido, pode-se concluir que este ganho de produtividade de valor adicionado devido à compra de materiais de menor custo, traduz-se num ganho aparente, se considerado os possíveis problemas que podem acarretar a tomada de tal decisão. Terceiro, a produtividade do trabalho é sensível aos ajustes de produção feitos pelas empresas a partir do número de pessoal ocupado, pois se a empresa reduzir o número de pessoal ocupado e mantiver o valor de transformação industrial, por essa medida o resultado será aumento de produtividade. Entretanto, a principal vantagem desta medida de produtividade está na facilidade de cálculo, relativamente à produtividade total dos fatores.

Outros estudos utilizam a PTF como forma de incorporar as produtividades de cada recurso em uma única expressão (GRILICHES, 2000, WAKELIN, 2001; TSAI e WANG, 2004; ARGILÉS, POTTERS e VIVARELLI, 2005; CASSIMAN, GOLOVKO e MARTÍNEZ-ROS, 2010).

Uma das principais vantagens na utilização da PTF é considerar a possibilidade de substituição no uso de fatores pelo processo de produção. Outra vantagem constitui o instrumento mais apropriado para mensurar mudança técnica por indústria e o papel dos insumos intermediários na produção. A PTF permite desagregar as fontes de crescimento econômico, possibilitando identificar padrões de crescimento passado e avaliar potenciais ferramentas para incentivar o crescimento econômico futuro (OECD, 2001).

Porém, a desvantagem em se utilizar uma medida multifator é a dificuldade em conseguir mensurar corretamente os vários insumos de produção utilizados no processo produtivo. A dificuldade em mensurar e agregar corretamente o insumo capital é uma das principais críticas que se faz à PTF.

Vale ressaltar que a PTF é uma medida bastante utilizada também em estudos empíricos de economia internacional. Krugman (1994) aponta que crescimento sustentado da renda *per capita* de uma nação só ocorre se houver um aumento da produção por unidade de insumo. Uma elevação da produção sem um aumento na eficiência com que os insumos são utilizados é bastante limitada. Os avanços tecnológicos tem que levar em conta um aumento contínuo na produtividade total dos fatores, e, portanto, um aumento contínuo na renda nacional.

A forma padrão desses estudos que utilizam a produtividade total dos fatores tem sido a construção de uma variável de estoque de capital relacionada com o conhecimento, a partir de dados de gastos com P&D e a sua introdução como um *input* adicional na função de produção das empresas. Especificamente, a maioria dos trabalhos, realizam uma regressão para estimar os efeitos das mudanças na variável gastos com P&D nos custos de produção, na produção e na produtividade, utilizando dados de empresas individuais, de indústrias ou de países. Grilliches (2000) divide os estudos econométricos em duas categorias: i) os que estimam o efeito de P&D sobre a produção ou a produtividade (estudos de função de produção), e ii) os que estimam o efeito sobre os custos de produção (estudos de função de custo). As duas abordagens estão relacionadas visto que é possível derivar uma função de custo a partir de uma função de produção, e vice-versa, mas eles usam diferentes métodos estatísticos e têm necessidades diferentes de dados.

No entanto, Grilliches (1979, 1998, 2000) aponta que os estudos que utilizam a abordagem da função de produção são mais relevantes na literatura empírica. Grilliches (1979), em um trabalho pioneiro, apontou que a relação entre produtividade e a média ponderada de gastos com P&D resulta em dois processos diferentes: i) a produção de inovações; e ii) a incorporação dessas inovações no processo de produção.

O cálculo da PTF baseia-se na metodologia desenvolvida por Grilliches (1998, 2000, 2004) e Hall (2011). Seja uma função de produção Cobb-Douglas:

$$Q = AC^\varphi L^\delta \quad (2)$$

Onde Q é o *output*, C é o estoque de capital, L é o trabalho, A é a produtividade.

O *output* (Q) é definido como a diferença entre receita líquida de vendas e matérias-primas, materiais auxiliares e componentes (incluindo material de embalagem, combustíveis usados como matéria-prima e lubrificantes), o que permite uma *proxy* melhor do valor adicionado da firma (HULTEN, 2000).

O estoque de capital (C) é mensurado pelo método do inventário perpétuo com base no fluxo de investimentos anuais das empresas. O método de inventário perpétuo consiste em uma forma indireta de cálculo por meio da soma dos investimentos acumulados que, devidamente depreciados, converge ao longo do tempo para o estoque de capital fixo das empresas. Dessa forma, deprecia-se o estoque de capital existente no ano anterior, somando a este os investimentos realizados no ano corrente (GRILLICHES, 1998, HULTEN, 2000).

$$C_t = (1 - \gamma)C_{t-1} + I_t \quad (2.1)$$

O valor do trabalho (L) é medido pelos salários pagos, excluindo os salários pagos do pessoal de P&D. Para mensurar a equação aplica-se o logaritmo.

$$\ln q_{it} = \ln A_{it} + \varphi \ln C_{it} + \delta \ln L_{it} \quad (3)$$

Desta forma, a produtividade total dos fatores é:

$$PTF = \ln A_{it} = \ln q_{it} - \varphi \ln C_{it} + \delta \ln L_{it} \quad (4)$$

Pode-se concluir que, de acordo com a literatura teórica, não existe um consenso acerca das medidas de produtividade sendo este um campo muito propício a novas pesquisas. Deste modo, interessa a esse estudo investigar empiricamente, se a inovação está promovendo a

melhoria na produtividade das empresas brasileiras utilizando-se dessas duas medidas: PT e PTF.

2.2 Evidências Empíricas

Diferentes metodologias são utilizadas com intuito de encontrar evidências empíricas sobre a relação entre inovação e produtividade das empresas.

Huergo e Jaumandreu (2004) desenvolveu um estudo sobre as empresas espanholas utilizando idade e inovação como variáveis explicativas para o crescimento da PTF. As estimações foram feitas a partir de um painel não balanceado para 2.300 empresas, no período entre 1990 e 1998. Os resultados apontam que ao entrar no mercado as empresas tem produtividade mais alta que as demais, contudo, a produtividade tende a convergir para a média do setor. Além disso, o estudo mostrou que as inovações de processo geram para essas empresas um aumento de produtividade que persiste por muitos anos.

Argilés, Potters e Vivarelli (2005) investigam a relação entre gastos com P&D e PTF para empresas na Europa no período de 2000 a 2005. Por meio da estimação de um painel, utilizando 532 empresas, os principais resultados do estudo foram que o coeficiente associado ao estoque de conhecimento tem sinal positivo e estatisticamente significativo, demonstrando que existe relação positiva entre estoque de conhecimento e produtividade. Ressaltam ainda que esse impacto é mais expressivo em setores de média-alta e alta tecnologia do que os setores de baixa tecnologia.

Griffith *et al* (2006) comparam o efeito da inovação na produtividade de quatro países europeus: França, Alemanha, Espanha e Reino Unido. Os autores descrevem a relação entre a gastos com P&D, inovação e produtividade utilizando o modelo CDM¹ (Crépon-Duguet e Mairesse). Os resultados econométricos sugerem que o impacto da inovação na produtividade é notavelmente semelhante nos quatro países, embora também os autores encontraram diferenças interessantes, particularmente na variação da produtividade que está associada maior ou menor intensidade tecnológica.

Wakelin (2001) analisa a relação entre crescimento da produtividade (PTF) e despesas com P&D ao nível da empresa utilizando o método de dados em painel. A função de Cobb-Douglas é estimada para 170 empresas do Reino Unido entre 1988 e 1992. Dentre os resultados encontrados, verifica-se que o coeficiente associado a gastos com P&D é positivo e estatisticamente significativo, entretanto, a relação perde significância quando os efeitos fixos em nível de setor estão incluídos. Para capturar o efeito por setor na relação entre crescimento de produtividade e gastos com P&D foram incluídas duas variáveis: o P&D de outras empresas no mesmo setor e os gastos com P&D ponderados pelas despesas com inovação de indústrias fornecedoras. Como resultado, o estudo mostra que a variação da oportunidade tecnológica em cada setor parece desempenhar um papel importante na eficácia das despesas com P&D.

Nesta mesma linha, Rogers (2006), também para o Reino Unido, analisou a relação entre os gastos com P&D e a produtividade (PTF) ao longo do período 1989-2000. O cálculo da produtividade baseou-se na estimação de uma função Cobb-Douglas para uma amostra de 719 empresas. Os resultados indicaram que no Reino Unido o impacto dos gastos com P&D na produtividade são mais baixos que em outras economias avançadas. Além disso, os retornos dos gastos com P&D têm sido relativamente estáveis ao longo dos anos 1990. Na

¹ Recentemente, Crepon, Duguet e Mairesse (1998) integraram empiricamente as relações entre produtos da função produção de conhecimento e a produtividade, e construíram um sistema de equações buscando corrigir a endogeneidade e o viés de seleção na estrutura do sistema.

análise agregada, os resultados sugerem que os gastos com P&D são baixos em relação ao PIB o que parece refletir as poucas oportunidades por parte das empresas e a incapacidade das empresas para agregar valor a partir dos gastos com P&D.

Para empresas italianas, Parisi, Schiantarelli e Sembenelli (2006) examinaram a relação entre a inovação de produto e processo e a produtividade (PTF). Além disso, investigaram o papel do P&D e dos investimentos em capital fixo no aumento da probabilidade de introdução de inovações. A metodologia utilizada foi análise de painel para 5000 empresas entre os anos de 1992 a 1998. Os resultados mostram que a inovação de processo tem um grande impacto na produtividade. Ademais, o gasto em P&D está positivamente associado com a probabilidade de introduzir um novo produto, enquanto que os gastos com capital fixo aumentam a probabilidade de introdução de uma inovação de processo. No entanto, o efeito do investimento fixo sobre a probabilidade da introdução de uma inovação de processo é ampliada pela presença de P&D interno na empresa. Esse resultado implica que o gasto em P&D pode afetar o crescimento da produtividade, facilitando a absorção de novas tecnologias.

Mairesse e Robin (2009) investigam o efeito da inovação sobre a produtividade do trabalho para empresas francesas no período de 1998-2000 e 2002-2004. Para controlar os efeitos de viés de seleção e de endogeneidade, foram utilizadas equações simultâneas não-lineares, compondo um sistema com cinco equações, baseado no modelo CDM. Os resultados encontrados sugerem que, em ambos os períodos, a inovação de produto parece ser o principal impulsionador da produtividade do trabalho, enquanto que a influência da inovação de processo é pouco significativa.

Cassiman, Golovko e Martínez-Ros (2010), num estudo associando inovação, produtividade e exportação em empresas manufatureiras na Espanha, concluíram que as inovações de produto afetam positivamente a produtividade trabalho das empresas e propiciam que a pequena empresa não-exportadora torne-se exportadora. Os autores utilizaram-se de dados em painel não-balanceado de pequenas e médias empresas para o período de 1990 a 1998. A amostra é composta por 1.256 empresas de 20 setores industriais. O estudo mostrou que o coeficiente associado à inovação de processo é positivo e estatisticamente significativo para a produtividade, entretanto, não mostra evidências de estímulo à capacidade exportadora.

Embora em menor número, alguns estudos também têm sido realizados para países em desenvolvimento. Benavente (2002) utilizando uma base de dados de empresas chilenas analisou o impacto do P&D e da inovação na produtividade das empresas. A metodologia aplicada foi modelo de mínimos quadrados ordinários e o trabalho conclui que atividades de P&D e inovação estão relacionadas como tamanho da empresa e com o poder de mercado. No entanto, no caso do Chile, para o curto prazo, a produtividade não é afetada pela inovação, nem pelos gastos com P&D.

Wang (2004) desenvolve uma função de produção Cobb-Douglas para 156 grandes empresas cotadas na Bolsa de Taiwan. Os resultados econométricos obtidos com o método de dados em painel, sugerem que, entre 1994 e 2000, o coeficiente associado aos gastos com P&D tem sinal positivo e é estatisticamente significativo, o que indica a existência de uma relação positiva entre P&D e produtividade de uma empresa (elasticidade igual a 0,18). Outro resultado apontado pelo autor é que esse impacto foi muito maior para empresas dos setores de alta tecnologia (0,3) do que para empresas de setores de baixa tecnologia (0,07).

Zhang *et al* (2011) investigam a relação entre P&D e produtividade de empresas chinesas de alta tecnologia. Para comparar o desempenho das empresas, os autores dividiram a China em três regiões e construíram uma função de produção Cobb-Douglas. Posteriormente, utilizaram uma abordagem semiparamétrica para modelar a heterogeneidade entre as províncias no período 2000-2007. Os resultados sugerem que os gastos em P&D aumentam

significativamente a produtividade nas regiões leste e central. No entanto, essa relação não é verificada para a região oeste.

Os trabalhos realizados para amostra de empresas no Brasil mostram resultados divergentes do padrão internacional. Goedhuys (2007), usando os microdados do Banco Mundial (WORLD BANK, 2003) para empresas industriais brasileiras, investiga o efeito da inovação sobre a PTF e seu subsequente efeito no crescimento da empresa, medido pela receita de vendas. O modelo proposto baseia-se nos mínimos quadrados ordinários e revela que as atividades com maiores impactos nos níveis de produtividade são a mudança organizacional, a cooperação e desenvolvimento do capital humano. Embora a inovação tenha coeficiente associado positivo e significativo para o crescimento da empresa, não foram encontrados evidências do impacto da inovação de produto e processo na PTF.

Messa e Silva (2009) buscaram identificar as características do processo de inovação tecnológica da indústria brasileira, por meio de aquisições de máquinas e equipamentos e via dispêndios em P&D. Como resultado, os autores apontaram que a decisão de investimento está condicionada ao financiamento e às inovações desenvolvidas por fornecedores ou outras empresas do grupo, além de uma limitada influência das condições competitivas. Por sua vez, os investimentos em P&D estão mais vinculados a empresas voltadas principalmente ao mercado interno, porém, com participação de capital estrangeiro. Ainda, verificou-se uma maior produtividade marginal por parte dos dispêndios em P&D — em relação à aquisições de máquinas e equipamentos — no processo de inovação da indústria brasileira. De fato, os resultados apresentados corroboram a visão acerca da existência de dependência tecnológica de uma parcela das empresas industriais brasileiras com relação aos seus fornecedores ou as outras empresas do grupo.

Com intuito de medir a relação estoque de capital, gastos com P&D e produtividade do trabalho, Britto (2009) em um painel de 2.047 empresas brasileiras nos anos de 2000, 2003 e 2005 aponta que o estoque de capital apresenta impacto positivo sobre a produtividade do trabalho. As estimativas encontradas mostram uma elasticidade da intensidade do investimento capital físico (0,21%) com maior magnitude em relação ao investimento em P&D (0,16%). Desta forma, os resultados sugerem que adoção de uma estratégia de aumento da produtividade através da aquisição máquinas e equipamentos é mais efetiva para as empresas brasileiras. Outro importante resultado aponta que a qualificação da força de trabalho apresenta elasticidade-produtividade maior que 1.

Santana, Cavalcanti e Bezerra (2011) com objetivo de analisar os efeitos da inovação tecnológica sobre a produtividade do trabalho na indústria brasileira entre 1996 e 2009 aplicou um estudo de dados em painel utilizando o estimador de GMM em dois estágios. Os resultados sugerem que a inovação eleva a produtividade e ainda com mais intensidade nos setores onde é maior a inserção internacional.

Com base no debate teórico e o conjunto de evidências apresentadas, esse estudo contribui para o debate empírico ao testar como diferentes indicadores de inovação influenciam o comportamento de duas medidas de produtividade (PT e PTF) nas empresas brasileiras.

3. Notas Metodológicas

3.1. Apresentação da base de dados e estatística descritiva

Esta seção procura identificar e analisar determinantes do desempenho produtivo de empresas do setor industrial brasileiro. Para tanto, foi feito um cruzamento das informações da PIA - Pesquisa Industrial Anual e da PINTEC - Pesquisa de Inovação Tecnológica, ambas do IBGE, com os registros de comércio exterior do SECEX/MDIC. A avaliação da evolução e do grau de eficiência da estrutura produtiva, a partir de indicadores de produtividade, características da empresas,

capacitação tecnológica e indicadores de inovação oferece subsídios importantes para o entendimento da dinâmica industrial brasileira. O Quadro 1 apresenta o grupo de variáveis.

Nome da Variável	Descrição	Sinal Esperado	Cross Section	Painel
A) Características da Empresa				
PO	Pessoal ocupado	+	X	X
PO ²	Pessoal ocupado ao quadrado	+	X	X
IDADE	Anos desde a formalização da abertura da empresa	+	X	X
ORIGEM DO CAPITAL	Variável binária : 0 – empresa não possui participação de capital estrangeiro 1 – empresa possui participação de capital estrangeiro.	+	X	X
B) Capacitação Tecnológica				
SKILL	Percentual do pessoal ocupado com mais de 12 anos de estudo.	+	X	X
FINANCIAMENTO	Percentual de financiamento externo	+	X	X
COOPERAÇÃO	Variável binária : 0 – empresa não participa de arranjos cooperativos 1 – empresa participa de arranjos cooperativos.	+	X	X
TREINAMENTO	Variável binária : 0 – empresa não realiza treinamento 1 – empresa realiza treinamento.	+	X	X
PATENTE	Número de Patentes nos últimos 3 ano	+	X	X
P&D	Intensidade de P&D: Gastos em P&D em relação a receita líquida	+		X
M&E	Intensidade de Investimento em máquinas: Gastos em M&E em relação a receita líquida	+		X
C) Características do Setor industrial em que a empresa atua				
ALTA_TECN	Empresa que pertence a setores de alta intensidade tecnológica de acordo Lall (2000). Variável binária: 0 – indústria baixa e média baixa intensidade tecnológica. 1 – indústria alta intensidade tecnológica.	+	X	
MÉDIA_TECN	Empresa que pertence a setores de média intensidade tecnológica de acordo Lall (2000). Variável binária: 0 – indústria baixa e alta baixa intensidade tecnológica. 1 – indústria média intensidade tecnológica.	+	X	
BAIXA_TECN	Empresa que pertence a setores de baixa intensidade tecnológica de acordo Lall (2000). Variável binária: 1 – indústria alta e média baixa intensidade tecnológica. 0 – indústria baixa intensidade tecnológica.	-	X	
D) Indicadores de Inovação				
INOVA	Variável binária : 0 – empresas não introduziu produto ou processo novo ou significativamente aperfeiçoado. 1 – empresas introduziu produto ou processo novo ou significativamente aperfeiçoado.	+	X	X
INOVA_PROD	Variável binária : 0 – empresas não introduziu produto novo ou significativamente aperfeiçoado. 1 – empresas introduziu produto novo ou significativamente aperfeiçoado.	+	X	X
INOVA_PROC	Variável binária : 0 – empresas não introduziu processo novo ou significativamente aperfeiçoado. 1 – empresas introduziu processo novo ou significativamente aperfeiçoado.	+	X	X
INOVA_ORG	Variável binária : 0 – empresas não implementou novas técnicas de gestão para melhorar rotinas e práticas de trabalho dentro da empresa 1 – empresas implementou novas técnicas de gestão para melhorar rotinas e práticas de trabalho dentro da empresa.	+	X	X
IT	Indicador normalizado das capacidades tecnológicas (Lall, 1987, 1992; Wignaraja, 2011, Avellar e Carvalho, 2011). Capacidades Tecnológicas selecionadas: 1. Melhoria de Equipamentos; 2. Licença para uso de tecnologia; 3. Certificação ISO; 4. Melhoria ou Adaptação de Produtos; 5. Introdução de Novos Produtos; 6. Atividade de P&D; 7. Subcontratação; 8. Redes de Tecnologia.	+	X	X

Quadro 1: Descrição das Variáveis

Fonte: Elaboração Própria.

As variáveis explicativas dividem-se em quatro grupos: características da empresas, capacitação tecnológica, classificação setorial e indicadores de inovação.

As características das empresas são explicadas pelas variáveis: pessoal ocupado, idade e origem de capital. As variáveis que representam a capacitação tecnológica são: pessoal com 3º grau, percentual de financiamento externo, cooperação e treinamento e, por fim, intensidade de P&D e investimentos em máquinas.

A classificação tecnológica proposta pelo artigo baseia-se em Lall (2000) que busca combinar a taxonomia proposta por Pavitt (1984) com a tipologia da OCDE. O autor sugere uma classificação a partir de indicadores de atividades tecnológicas de produtos manufaturados. O autor aponta para quatro grupos de intensidade tecnológica: bens intensivos em recursos naturais; baixa intensidade tecnológica, média intensidade tecnológica; alta intensidade tecnológica. Os bens intensivos em recursos naturais dependem da disponibilidade de recursos locais, desta forma, estão relacionados a vantagens comparativas do país. Os setores de “baixa intensidade” tem nos preços o principal determinante da competitividade. Esses setores pertencem a indústria tradicional como têxtil, calçadista, além de indústrias de baixa agregação tecnológica, tais como as fabricantes de utensílios domésticos. Os empresas pertencentes a setores de “média intensidade” utilizam tecnologias complexas e tem moderados gastos com P&D que compreende os setores de bens de capital e certos bens de consumo duráveis. Por fim a “alta intensidade” tem como características tecnologias avançadas e elevados gastos em P&D, e portanto, uma forte tendência a inovação de produto. Esses setores são composto pela indústria farmacêutica, aeronáutica, de processamento de dados. Por simplificação, esse ensaio agrupou os setores de recursos naturais e baixa intensidade tecnológica.

Os indicadores de inovação propostos pelo modelo são: inovação, inovação em produto, inovação em processo, inovação organizacional e o índice de tecnologia (IT). O IT utilizado nesse estudo baseia-se em Lall (1987, 1992) em que o referido autor constrói um indicador com intuito de mensurar as capacidades tecnológicas das empresas com base em diferentes tipos de esforços inovativos. Lall (1987, 1992), Wignaraja (2011) e Avellar e Carvalho (2011) organizam as capacidades tecnológicas das empresas em três grupos de funções técnicas: investimento, produção e redes. Para amostra de empresas brasileiras essas funções estão identificadas nas seguintes variáveis: (i) melhoria de equipamentos, (ii) licenciamento de tecnologia, (iii) certificação de qualidade (ISO), (iv) adaptação e melhoria de produtos, (v) a introdução de novos produtos, (vi) atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D), (vii) subcontratação, (viii) participação em redes de tecnologia. Para cada empresa é atribuída uma pontuação de 1 caso esteja presente essa capacidade tecnológica. A categoria investimento é representada pelas atividades (i) e (ii); a categoria produção é representada por quadro atividades (itens iii-vi); e a categoria redes é representada pelos itens (vii) e (viii). Por fim, o resultado é normalizado para valor entre 0 e 1. Este número pode ser interpretado como a pontuação total de capacidades tecnológicas de cada firma. É importante ressaltar ainda que esse indicador vem sendo utilizado em diversos estudos empíricos para países emergentes (LALL, 2000; WIGNARAJA, 2008, 2011; AVELLAR E CARVALHO, 2011).

3.2. Especificações Econométricas

A metodologia proposta para esse artigo utiliza dois modelos: a análise *cross-section* para ano de 2008 e análise de dados em painel (balanceado), para anos 2003, 2005 e 2008 disponibilizados pela PINTEC. Esta investigação destina-se a examinar como inovação (medida por novos produtos, processos, mudanças organizacionais e Índice de Tecnologia) afeta a produtividade das empresas. Para tanto, serão utilizadas 2784 empresas entrevistadas e presentes nas três edições da PINTEC.

A partir de uma amostra de dados coletados, o objeto é a estimação dos coeficientes de regressão e dos erros-padrão destes estimadores. A partir daí, obtém-se um modelo representativo que se ajusta às observações coletadas.

Os modelos de dados em painel diferem dos modelos com dados temporais e *cross section* dado o caráter duplo que atribui a cada variável:

$$Y_{it} = a + bX_{1it} + cX_{2it} + u_{it} \quad (5)$$

com $i=1, \dots, N$ os indivíduos (N indivíduos, países, regiões, empresas, setores)
 $t=1, \dots, T$ os períodos de tempo (T períodos)

Se para cada indivíduo i dispõem-se do mesmo número de dados temporais, o painel chama-se *balanceado* (ou equilibrado). Se o número de dados temporais não é o mesmo para todos os indivíduos, o painel denomina-se de *não-balanceado*.

Nos modelos utilizando “efeitos fixos”, a estimação é feita assumindo que a heterogeneidade dos indivíduos se capta na parte constante, que é diferente de indivíduo para indivíduo: A parte constante a_i é diferente para cada indivíduo, captando diferenças invariantes no tempo (por exemplo, dimensão dos países, recursos naturais e outras características que não variam no curto prazo). Nos modelos com “efeitos aleatórios” a estimação é feita introduzindo a heterogeneidade dos indivíduos no termo de erro.

O teste de Hausman foi utilizado para decidir qual dos modelos é o mais apropriado: o modelo de efeitos aleatórios (H_0) ou o modelo de efeitos fixos (H_A). O teste apresenta-se da seguinte forma:

$$H_0 : Cov(a_i, X_{it}) = 0 \text{ (efeitos aleatórios)}$$

$$H_A : Cov(a_i, X_{it}) \neq 0 \text{ (efeitos fixos)}$$

Sob a hipótese nula, os estimadores do modelo com efeitos aleatórios são consistentes e eficientes. Sob a hipótese alternativa, os estimadores *GLS* com efeitos aleatórios (e *OLS*) são não consistentes, mas os estimadores com efeitos fixos são. Esta é uma das vantagens dos modelos com efeitos fixos, uma vez que permite a endogeneidade dos regressores.

O trabalho pretende utilizar duas variáveis de esforço inovativo: Gastos com P&D e Índice de Tecnologia de Lall; e duas variáveis de inovação: Inovação de produto e Inovação de processo. Desta forma, a equação genérica dos modelos a serem estimados pode ser descrita por:

$$\begin{aligned} \text{Produtividade} = & \alpha + \lambda_1 \text{PessoalOcupado} + \lambda_2 \text{PessoalOcupado}^2 + \lambda_3 \text{idade} + \\ & \lambda_4 \text{CapitalEstrangeiro} + \beta_1 \text{Shill} + \beta_2 \text{Financiamento} + \beta_3 \text{Cooperação} + \beta_4 \text{Treinamento} + \\ & \beta_5 \text{Patente} + \beta_6 \text{GastosP\&D} + \beta_7 \ln \text{GastosMáquinas} + \pi_1 \text{altatec} + \pi_2 \text{mediatec} + \mu_3 \text{Indicador} \\ & \text{de Inovação} \end{aligned} \quad (6)$$

3.3. Análise Descritiva

A base de dados analisada é proveniente das três últimas edições da PINTEC 2003, 2005 e 2008. Inicialmente, faz-se necessário compreender as características das empresas, destacando a evolução das variáveis durante os períodos de amostragem.

Variáveis	2003		2005		2008	
	Empresas		Empresas		Empresas	
	Média	Coef. Var.	Média	Coef. Var.	Média	Coef. Var.
Pessoal Ocupado	765,75 (1.719,05)	2,2	861,66 (2.008,18)	2,3	948,92 (2.418,94)	2,5
Idade	23,63 (12,03)	0,5	25,63 (12,03)	0,5	28,72 (12,12)	0,4
Intensidade de P&D	0,007 (0,031)	4,4	0,014 (0,037)	2,6	0,006 (0,032)	5,3
Intensidade de GI	0,033 (0,094)	2,8	0,040 (0,41)	10,3	0,038 (0,363)	9,6
Intensidade dos GME	0,02 (0,07)	3,5	0,18 (0,08)	0,4	0,026 (0,35)	0,1
% de PO com 3 Grau	0,006 (0,032)	5,3	0,007 (0,034)	4,9	0,009 (0,195)	21,7
Índice de Tecnologia	0,33 (0,22)	0,7	0,38 (0,25)	0,7	0,43 (0,21)	0,5
Produtividade do Trabalho	79,05 (185,45)	2,3	87,00 (143,39)	1,6	106,91 (225,17)	2,1
PTF	15,26 (3,26)	0,2	15,51 (3,01)	0,2	16,33 (2,94)	0,2

Tabela 1: Estatística Descritiva – média e coeficiente de variação

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação Tecnológica 2003, 2005, 2008.

A amostra é composta por 2.846 empresas resultante da intersecção das pesquisas de 2003, 2005 e 2008. Destas empresas, 503 (17,67%) , 642 (22,56%) e 1.701 (59,77%) pertencem, respectivamente, ao setor de baixa, média e alta tecnologia, de acordo com a edição da PINTEC 2008. Nota-se como padrão que a maioria das variáveis apresentaram um crescimento em suas médias ao longo dos anos.

Os indicadores de esforço inovativo, pessoal ocupado com 3º grau e índice de tecnologia, apresentaram uma variação positiva para os três períodos. Com destaque para o índice de tecnologia que cresceu cerca 30% entre as empresas da amostra. Por representar um índice que agrega várias capacidades tecnológicas esse resultado aponta para um crescimento dos esforços tecnológicos por parte das empresas.

A intensidade de P&D, gastos inovativos e gastos com máquinas e equipamentos evoluíram entre 2003 e 2005, no entanto, apresentaram uma queda no ano de 2008. Esse resultado implica em um menor esforço no se refere os gastos inovativos das empresas para as empresas em 2008. Destaca-se a variável intensidade de P&D que involui 14,3% em relação a 2003.

No que se refere às medidas de produtividade nota-se uma evolução positiva ao longo dos períodos. Em especial, a PT apresentou um aumento de 35% para as empresas da amostra entre 2003 e 2008. A PTF mostrou um crescimento de 7% no período de 2003 e 2008.

A Tabela 2 examina as variáveis qualitativas do modelo proposto. De um modo geral, pode-se observar um padrão de aumento no percentual de empresas para maioria de variáveis.

Variáveis	2003		2005		2008	
	Empresa		Empresa		Empresa	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq	%
Capital Estrangeiro	565	19,85	559	19,64	610	21,43
Programa de Treinamento	814	28,60	807	28,36	909	31,94
Projeto de Cooperação	402	14,13	557	19,57	484	17,01
Patentes	1295	45,50	1047	36,79	1596	56,08
Exportação	1909	67,08	1966	69,08	1966	69,08

Tabela 2: Variáveis Qualitativas

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação Tecnológica 2003, 2005, 2008.

Os indicadores de inovação (Tabela 3) apontam para um comportamento não uniforme ao longo dos períodos. Entre 2003 e 2005 o percentual de empresas que inovaram em produto e processo aumentou. No período seguinte, no entanto, houve um recuo do percentual de empresas inovadoras.

Variáveis	2003		2005		2008	
	Empresa		Empresa		Empresa	
	Freq.	%	Freq.	%	Freq	%
Inovação de Produto	1243	43,68	1494	52,49	1237	43,46
Inovação de Processo	1497	52,60	1794	63,04	1428	50,18
Inovação de Produto ou Processo	1798	63,18	2187	76,84	1697	59,63
Inovação Organizacional	1900	66,76	1882	66,13	2090	73,44

Tabela 3: Comportamento dos Indicadores de Inovação

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Indústria, Pesquisa de Inovação Tecnológica 2003, 2005, 2008.

A partir do indicador de inovação de organizacional identifica-se um aumento do esforço das empresas, em ambos os períodos, no que se refere a implementação de novas técnicas de gestão para melhorar rotinas e práticas de trabalho dentro da empresa.

4. Resultados Empíricos

As Tabelas 4 e 5 apresentam os resultados das estimações econométricas desenvolvidas nesse ensaio. Para a realização desse estudo empírico foi utilizado o *software* Stata 11. Todas as estimações foram realizadas utilizando o comando *robust*, para correção de qualquer tipo de heterocedasticidade.

Na Tabela 4, as colunas 1, 2, 3, 4 e 5 apresenta resultados do modelo OLS para a amostra de empresas brasileiras. O objetivo destas estimações é testar o efeito da inovação na produtividade do trabalho. A variável dependente é contínua e identifica a relação do Valor da Transformação Industrial (VTI) em relação ao número de pessoal ocupado. As variáveis independentes são: i) características da empresa: pessoal ocupado, pessoal ocupado ao quadrado, idade da empresa, participação de capital estrangeiro; pessoal ocupado com 3º grau e financiamento ii) capacitação da empresa: cooperação, treinamento e patentes; iii) características do setor industrial: uma variável binária, que assume valor 1 se a empresa pertencer a uma indústria de alta e média alta intensidade tecnológica e valor 0, caso indústria baixa e média baixa intensidade tecnológica. iv) indicadores de inovação: INOVA, uma variável binária, que assume valor 1 se a empresa desenvolveu uma inovação de produto ou processo e valor 0, caso contrário; INOVA_PROD uma variável binária, que assume valor 1

se a empresa desenvolveu uma inovação de produto e valor 0, caso contrário; INOVA_PROC, uma variável binária, que assume valor 1 se a empresa desenvolveu uma inovação de processo e valor 0, caso contrário; INOVA_ORG, uma variável binária, que assume valor 1 se a empresa desenvolveu uma inovação organizacional e valor 0, caso contrário; IT, uma variável categórica, que assume valores entre 0 e 1 de acordo com o esforço tecnológico da empresa. Com intuito de verificar o impacto da temporalidade na produtividade do trabalho foram utilizadas variáveis defasadas para os indicadores de inovação.

Os resultados dos modelos corroboram com diversos trabalhos internacionais (BENAVENTE, 2002; MAIRESSE E ROBIN, 2009; CASSIMAN, GOLOVKO E MARTÍNEZ-ROS 2010). Em ambos modelos destaca-se que produtividade do trabalho relaciona-se positivamente origem de capital, cooperação e setores de média intensidade tecnológica.

A relação positiva e significativa entre produtividade do trabalho e cooperação é apontada em alguns trabalhos internacionais (GRIFFITH, HUERGO E MAIRESSE, 2005; CRESPI E ZUNIGA, 2010). Para caso do Brasil, a cooperação tem um coeficiente associado positivo é significativo em relação a produtividade do trabalho. Esse resultado sugere que empresas que participam de arranjos cooperativos tornam-se mais produtivas que empresas que não participam.

Quando se analisa a influência da intensidade tecnológica do setor na produtividade nota-se que os resultados são significativos para as empresas de média intensidade tecnológica. Ao contrário, em um estudo para a Espanha, ARGILÉS, POTTERS e POTTERS (2005), apontam que as empresas de setores de alta intensidade tecnológica ganham mais em eficiência com os esforços inovativos e, portanto, tem melhor desempenho de produtividade. Os autores relatam que o crescimento produtividade em empresas de baixa e média intensidade tecnológica é dependente do investimento em capital físico. Deste modo, esses resultados sugerem que no caso do Brasil, a produtividade ainda está mais relacionada com esforços com maquinários do que em pesquisa e desenvolvimento.

Com relação aos indicadores de inovação identifica-se um padrão positivo em relação a produtividade do trabalho. Quanto ao primeiro indicador de inovação, INOVA (colunas 1), o coeficiente associado é positivo e estatisticamente significativo a 5% para o ano de 2005 indicando que desenvolver novos produtos ou processos afeta positivamente produtividade do trabalho. Entretanto, não é significativo para o ano de 2008, o que sugere que a inovação embora não tenha efeitos imediatos na produtividade do trabalho, pode ter efeitos ao longo do tempo.

Com relação ao indicador de inovação de produto (INOVA_PROD), percebe-se um efeito positivo e significativo, para os anos de 2005 e 2008, na produtividade do trabalho. Em estudos semelhantes para França e Espanha, Mairesse e Robin (2009) e Cassiman, Golovko e Martinez-Ros (2010), respectivamente, verificaram resultados semelhantes. Crespi e Zuniga (2010), em estudo comparativo para países da América Latina, encontraram evidências do impacto positivo da inovação na produtividade do trabalho para Argentina, Chile, Colômbia e Uruguai. Entretanto, para a Costa Rica o coeficiente associado não foi significativo.

Tabela 4: Modelo OLS com variáveis defasadas para 2008.

Variáveis	Produtividade do Trabalho					Produtividade Total dos Fatores (Residual)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PO	-0,005 (0,004)	-0,006 (0,004)	-0,005 (0,004)	-0,005 (0,004)	-0,007 (0,004)	1,686 (183,6)	3,367 (182,4)	2,283 (184,0)	3,526 (184,2)	2,091 (182,2)
PO2	0,0003 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,0000 (0,000)	0,013 (0,013)	0,013 (0,134)	0,013 (0,013)	0,013 (0,013)	0,013 (0,013)
IDADE	0,339 (0,3456)	0,320 (0,3439)	0,392 (0,3603)	0,362 (0,3500)	0,316 (0,3413)	2265,2 (1750,5)***	4375,4 (1780,5)***	4419,0 (1785,9)***	4402,7 (1788,3)***	4636,2 (1903,4)***
ORIGEM DO CAPITAL	118,81 (18,861)*	116,83 (18,206)*	119,78 (18,721)*	118,21 (18,508)*	114,25 (17,843)*	14028,2 (51604)**	14355,4 (52755)**	144000 (55241)**	145268,9 (40730)**	142165,5 (49977)**
SKILL	22,055 (34,770)	21,177 (33,978)	22,939 (34,772)	22,596 (34,543)	22,009 (33,654)	2710,5 (4630,1)	28704,9 (45788,2)	30525,3 (45788,2)	29188,2 (44798,0)	46932 (50633,4)
FINANCIAMENTO	-0,0504 (0,224)	-0,1038 (0,230)	-0,0068 (0,238)	-0,05054 (0,231)	-0,1698 (0,226)	-591,95 (841,94)	-489,24 (880,46)	-476,80 (879,55)	-445,32 (929,84)	182,23 (961,78)
COOPERAÇÃO	32,923** (15,749)	29,674* (14,864)	36,129** (14,657)	32,587** (14,461)		217350,2 (114795)	225494,2 (115718)	225494,2 (115718)	227139,3 (113187,2)	341262,5 (190846,6)
TREINAMENTO	46282,7 (27730)	55850** (33007)	48663,4 (29253)	44972,04 (29253)	147257,9 (71303,5)	36282,7 (27730)	95850** (33007)	49663,4 (29253)	56972,04 (29253)	157257,9 (71303,5)
PATENTE	8,1454 (10,716)	5,3506 (7,6229)	-0,1247 (12,215)	2,1889 (8,5717)	2,3008 (7,7645)	129163,3 (63127,6)	129163,3 (63127,6)	10355*** (47374,4)	94121,77** (30046,8)	20868,7 (44249,1)
ALTA_TEC	15,380 (13,351)	9,4119 (14,206)	19,594 (12,749)	17,6029 (13,073)	8,2613 (14,256)	-36965,6 (41980,9)	-31947,3 (40492,1)	-25070,5 (33688,1)	-25690,1 (33276,8)	-20188,9 (44667,3)
MÉDIA_TEC	47,746* (12,053)	45,951* (11,957)	49,486 (11,509)	48,044* (11,691)	43,457* (11,953)	78058*** (32004,7)	81096*** (30697)	81237*** (31456,8)	82643*** (30236,8)	71468,2*** (33909,8)
INOVA2005	15,113** (6,614)					69038,4 (84109,2)				
INOVA2008	12,992 (12,971)					26598,6 (18196,8)				
INOVA_PROD 2005		25,472** (7,7557)					14645,5 (41928,5)			
INOVA_PROD 2008		14,76*** (8,7528)					14527,0 (17697,0)			
INOVA_PROC 2005			12,86*** (7,0644)					32416,2 (22445,7)		
INOVA_PROC 2008			5,4762 (11,421)					25462,7 (66104)		
INOVA_ORG 2005				21,694* (6,2005)				4160,3 (20331,4)		
INOVA_ORG 2008				20,489** (6,7785)				30676,0 (31958,0)		
IT 2005					81,240* (19,373)					362322*** (158317)
IT 2008					9,4656 (36,310)					-859474 (576607)
Observações	2784	2784	2784	2784	2784	2784	2784	2784	2784	2784
R – square	0,0851	0,0879	0,0847	0,0876						

Ao observar o indicador de inovação de processo os resultados são menos robustos. Para os anos de 2005, o coeficiente associado é positivo e significativo a 10%. Contudo, para o ano de 2008 os resultados encontrados não são significativos. Alguns trabalhos, encontraram resultados semelhantes para relação entre inovação de processo e produtividade do trabalho. Mairesse e Robin (2009) identificaram que para as empresas francesas a inovação de produto influencia a produtividade, enquanto a inovação de processo não mostrou significância. Na mesma linha, Griffith *et al.* (2006) aponta que a inovação de processo é um dos determinantes da produtividade para a França, Espanha e Reino Unido, mas não na Alemanha.

O coeficiente associado a inovação organizacional é positivo e significativo para os anos de 2005 e 2008. Desta forma, sugere-se que mudanças organizacionais estimulam a produtividade do trabalho das empresas brasileiras.

Por fim, IT, *proxy* do esforço inovativo das empresas, apresenta um coeficiente associado positivo e significativo a 1% para o ano de 2005. Entretanto, não apresenta um coeficiente significativo para o ano de 2008.

As colunas 6, 7, 8, 9 e 10 da Tabela 4 mostram os resultados do modelo OLS testando o efeito da inovação na produtividade total dos fatores. A variável dependente é continua e resulta do resíduo da função Cobb Douglas, conforme proposto por Huergo e Juamande (2004).

Os resultados dos modelos divergem com alguns trabalhos internacionais, em especial para países desenvolvidos. No entanto, em alguns estudos para países em desenvolvimento os resultados são convergentes.

Em ambos os modelos destaca-se que PTF relaciona-se positivamente com idade, origem de capital e setores de média intensidade tecnológica. A variável idade sugere que empresas com mais tempo no mercado são mais produtivas. Em um trabalho com uma amostra de empresas espanholas, Huergo e Jaumandreu (2004) revelaram um resultado inverso. Segundo o estudo, a idade tem um coeficiente associado negativo e estatisticamente significativo para a produtividade total dos fatores. A justificativa seria que as empresas espanholas mais novas estariam mais aptas a atenderem as mudanças nos padrões de produtividade.

Outro aspecto importante é que o coeficiente associado a variável cooperação é positivo e significativo para os modelos 8 e 9. Goedhuys (2007) encontrou evidências semelhantes para uma amostra de empresas brasileiras. Os resultados positivos da cooperação na PTF ainda foram mais expressivos quando associados a mudanças organizacionais.

Com relação aos indicadores de inovação nota-se que os coeficientes associados não foram significativos. Embora para países desenvolvidos encontre-se um padrão positivo entre inovação e PTF, (HUERGO E JUAMANDEU, 2004; ARGILÉS, POTTERS E VIVARELLI, 2005; GRIFFITH *ET AL*, 2006; ROGER, 2006) para países em desenvolvimento os resultados não tem resultados lineares e para alguns países apresentam resultados não significativos. (BENAVARATE, 2002; GOEDHUYS, 2007; 2011; BRITO, 2009; ZHANG, 2011).

Tabela 5: Modelo Dados em Painel para os anos 2003, 2005 e 2008.

Variáveis	Produtividade do Trabalho					Produtividade Total dos Fatores (Residual)				
	Inova (1)	Produto (2)	Processo (3)	Org. (4)	IT (5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PO	-0,021 (0,003)*	-0,021 (0,003)*	-0,021 (0,003)*	-0,021 (0,003)*	-0,020 (0,003)*	-74,892 (11,90)*	-74,319 (11,90)*	-74,653 (11,90)*	-74,234 (11,89)*	-72,527 (11,89)*
PO2	3,240 (6,300)*	3,250 (6,300)*	3,260 (6,300)*	3,250 (6,300)*	3,200 (6,300)*	0,010 (0,000)*	0,010 (0,000)*	0,010 (0,000)*	0,010 (0,000)*	0,010 (0,000)*
IDADE	5,443 (0,536)*	5,435 (0,536)*	5,427 (0,536)*	5,440 (0,538)*	5,692 (0,566)*	11,583 (2095)*	11,646 (2095)*	11,608 (2095)*	11,645 (2101,4)*	14461 (2209,4)*
ORIGEM DO CAPITAL	25,308 (9,767)***	25,235 (9,767)***	25,120 (9,767)***	25,230 (9,767)***	25,385 (9,767)***	7885,1 (38139)	8461,1 (38142)	7815,3 (38142)	8502,8 (38143)	10401 (38091)
SKILL	-5,572 (12,40)	-5,731 (12,40)	-5,952 (12,40)	-5,824 (12,40)	-5,223 (12,40)	-5,223 (48447)	-8,342,5 (48451)	-8545,7 (48431)	-7957,2 (48439)	-2204,7 (48377)
FINANCIAMENTO	-0,028 (0,130)	-0,028 (0,130)	-0,030 (0,130)	-0,030 (0,130)	-0,010 (0,131)	-217,69 (511,06)	-211,92 (511,31)	-214,74 (511,31)	-207,14 (511,10)	-51,079 (511,14)
COOPERAÇÃO	5,418 (4,580)	5,319 (4,602)	4,929 (4,573)	5,145 (4,568)		4542,61 (17883)	6066,22 (17974)	5581,76 (17857)	6733,3 (17841)	
TREINAMENTO	0,807 (3,753)	0,477 (3,724)	0,001 (3,729)	0,316 (3,689)	2,386 (3,886)	-18246 (14655)	-15187 (14546)	-16510 (14562)	-14580 (14406)	5844,7 (15157)
PATENTE	-2,003 (4,808)	0,096 (3,516)	1,472 (3,962)	0,447 (3,339)	-1,010 (3,447)	19514,2 (18773)	3374,36 (13730)	9118,9 (15473)	2133,4 (13039)	-12667 (13445)
P&D	-9,927 (6,388)	-9,954 (6,388)	-9,925 (6,388)	-9,966 (6,388)	-9,891 (6,388)	1477,77 (24942)	1716,53 (24945)	2074,0 (24946)	1759,2 (24946)	2485,9 (24910)
M&E	-3,911 (5,479)	-4,089 (6,736)	-4,201 (6,740)	-4,096 (6,736)	-4,076 (6,735)	-2499,1 (26,332)	-1239,2 (26,307)	-90,16 (26,373)	--1224 (26207)	--1773,9 (26269)
INOVA	3,943 (5,479)					27507,19 (21395,8)				
INOVA_PROD		1,390 (3,984)					4514,24 (15560,0)			
INOVA_PROC			1,818 (4,017)					13424,39 (15605,7)		
INOVA_ORG				0,0513 (3,268)					590,34 (12764,8)	
TI 2005					-12,155 (9,511)					143607,3 (37093)*
Observações:	8465	8465	8465	8465	8465	8465	8465	8465	8465	8465
Empresas	2845	2845	2845	2845	2845	2845	2845	2845	2845	2845
R 2 ajustado	0,026	0,026	0,007	0,001	0,026	0,362	0,362	0,362	0,362	0,362
Teste de Hausman	193,67 <i>0,000</i>	196,4 <i>0,000</i>	191,31 <i>0,000</i>	197,32 <i>0,000</i>	189,3 <i>0,000</i>	101,76 <i>(0,000)</i>	102,77 <i>(0,000)</i>	102,42 <i>(0,000)</i>	102,79 <i>(0,000)</i>	104,3 <i>(0,000)</i>

Notas: a) Erros Padrão entre parênteses; b) ***p<0.001, **p<0.05, * p<0.1, ausência de asterisco representa coeficiente não significativo. c) Para o modelo de dados em painel, todas as estimações usaram efeito fixo tendo em vista o teste Hauman. d) Para os modelos 5 e 10 foi excluída a variável cooperação para evitar multicolineariedade com a variável IT.

A Tabela 5 apresenta os resultados dos modelos de dados em painel para Produtividade do Trabalho e PTF com intuito de identificar a relação dinâmica entre as variáveis e ainda, de possibilitar o controle de possível heterogeneidade não observada entre as unidades de análise. Wooldridge (2002) aponta que os modelos de dados em painel tem mais eficiência para analisar características podem ou não ser constantes ao longo do tempo, de forma que estudos temporais ou seccionais que não levem em conta tal heterogeneidade incorrerão em viés de variável omitida e produzirão, quase sempre, resultados viesados.

As colunas 1, 2, 3, 4 e 5 apresenta resultados do modelo de dados em painel para a Produtividade do Trabalho. Desta forma, o objetivo destas colunas é testar o efeito de cinco indicadores de inovação na produtividade do trabalho. A variável dependente é continua é identifica a relação do Valor da Transformação Industrial (VTI) em relação ao número de pessoal ocupado. As variáveis independentes relacionadas a características da empresa, capacitação da empresa e indicadores de inovação são os mesmos descritos anteriormente. Foram acrescentadas duas variáveis de esforço inovativo: Gastos com P&D e Gastos com Máquinas e Equipamentos.

Verifica-se como padrão que em ambos os modelos as variáveis pessoal ocupado ao quadrado, idade e origem do capital tem coeficiente associado positivo e estatisticamente significativo. Deve-se ressaltar ainda que a variável pessoal ocupado apresenta coeficiente associado negativo e estatisticamente significativo, indicando que o crescimento tem um impacto positivo.

A variável origem do capital é uma *proxy* que mede da relação da empresa com setor externo. O coeficiente associado significativo e positivo corroboram com alguns trabalhos que verificam que empresas com maior inserção internacional tem produtividade mais elevada. (SANTANA, CAVALCANTI E BEZERRA, 2011; GOEDHUYS, 2007)

Com relação aos indicadores de inovação apenas o índice de tecnologia apresentou resultados significativos. Desta forma, conclui-se que a inovação de produto, processo e organizacional não foram significativas para a Produtividade do Trabalho desta amostra de empresas brasileiras.

Os modelos 6, 7, 8, 9 e 10 analisam a relação da PTF com inovação. Os resultados são semelhantes os modelos referentes a Produtividade do Trabalho. Os coeficientes associados os indicadores de inovação não são significativos, com exceção do Índice de Tecnologia.

Entretanto, alguns estudos para países em desenvolvimento corroboram com esses resultados. Goedhuys, Janz e Mohne (2006), em um estudo para Tanzânia, revelam que as variáveis tecnológicas, P&D e inovações produto e processo, não apresentaram impacto significativo na Produtividade do Trabalho. Contudo, variáveis como origem do capital, a certificação ISO indicaram afetar a produtividade. Benavente (2002), analisando uma amostra de empresas chilenas, identificou que o tamanho da empresa e o poder de mercado apresentam coeficiente associado positivo e significativo na produtividade do trabalho. No entanto, nem o esforço inovativo, medido pelo gastos em P&D, nem a inovação revelaram coeficientes significativo. O autor sugere que a insuficiência de dados associada à estrutura do mercado do Chile pode explicar esse resultado. Santana, Calvalcanti e Bezerra (2011) apontaram para a incipiência dos impactos a variável inovação na produtividade. Para os autores esse resultados revelam que existe um longo caminho a percorrer, aprimorar as atuais políticas de incentivo à

inovação, concedendo mais crédito, reformando o sistema, a fim de superar os gargalos à promoção da competitividade das empresas brasileiras.

5. Considerações Finais

À luz do que foi exposto, nota-se que a relação entre as variáveis que explicam o desempenho produtivo das empresas brasileiras, medido pela PT e PTF, e a inovação não apresenta resultados robustos para amostra de empresas brasileiras.

Em ambos os modelos nota-se como padrão que as variáveis relativas às características da empresa: pessoal ocupado ao quadrado, idade e origem de capital apresentam coeficientes associados positivos e significativos. Esses resultados sugerem que crescimento da empresa e participação de capital estrangeiro tem influência positiva na produtividade das empresas.

Os resultados para o modelo *cross-section* com variáveis defasadas apontam para relação positiva e significativa dos indicadores de inovação com a produtividade do trabalho. Esses resultados ficam mais evidentes ao observa-se as variáveis defasadas. No entanto, essa relação não é significativa para a PTF.

Outro aspecto importante está relacionado com intensidade tecnológica. As empresas dos setores de média intensidade apresentam coeficientes associados positivos e significativos. Conforme indica a literatura internacional o crescimento da produtividade em empresas de baixa e média intensidade tecnológica é dependente do investimento em capital físico. Deste modo, esses resultados sugerem que no caso do Brasil, a produtividade está mais relacionada com esforços com aquisição de maquinários.

No que se refere aos modelos de dados em painel não foram encontrados resultados significativos da relação entre inovação e produtividade. Esse fato aponta que natureza do esforço inovativo no Brasil ainda não promove diretamente as melhoria competitividade das empresas.

Finalmente, conclui-se que o esforço inovativo e a inovação produzem impactos ainda incipientes na competitividade da indústria nacional, refletindo-se na falta magnitude no coeficiente estimado para a variável de inovação. Esses resultados sugerem que ainda existe um longo caminho a percorrer a fim de superar os gargalos à promoção da competitividade das empresas brasileiras. Portanto, é necessário aprimorar as atuais políticas de incentivo à inovação para que possa configurar um ambiente institucional favorável aos ganhos de produtividade que conduzirão ao crescimento econômico.

Referências Bibliográficas

ARGILÉS, R; POTTERS, L; POTTERS, M. **R&D and Productivity: Testing Sectoral Peculiarities Using Micro Data.** Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), Sevilla. 2005.

AVELLAR, A. P. M; CARVALHO, L. **Esforço Inovativo e Desempenho Exportador: Evidências para Brasil, Índia e China.** Anais do 39º Encontro Nacional de Economia, ANPEC, Foz do Iguacú, 2011.

BENAVENTE, J.M. **The role of research and innovation in promoting productivity in Chile.** *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4/5), 301-315. 2002

BEVEREN, I. V.; VANDENBUSSCHE, H. **Product and Process Innovation and the Decision to Export: Firm-level Evidence for Belgium**. LICOS Discussion Papers 24709, LICOS - Centre for Institutions and Economic Performance, KU Leuven, 2009.

BRITTO, J. (Coord.). **Produtividade, Competitividade e Inovação na Indústria**. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia, 2008/2009. 201 p. Relatório integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”, em parceria com o Instituto de Economia da UNICAMP, financiada pelo BNDES. 2009 Disponível em: <http://www.projetopib.org/?p=documentos>. Acesso em 11 abril 2012.

CASSIMAN B.; GOLOVKO E.; MARTÍNEZ-ROS E. **Innovation, exports and productivity**. International Journal of Industrial Organization 28 p.372–376. 2010

CASSIMAN, B.; GOLOVKO, E. **Innovation and internationalization through exports**. Journal of International Business Studies, 42, 2011.

CASTANY, L.; LÓPEZ-BAZO, E.; MORENO, R. **Differences in Total Factor Productivity Across Firm Size. A Distributional Analysis**. University of Barcelona Working Paper. 2005.

CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. **Research and development, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level**. Economics of Innovation New Technology, n. 7, p. 115-158, 1998.

CRESPI, G.; ZUNIGA, P. **Innovation and Productivity: Evidence form six Latin American Countries**. Inter-American Development Bank, IDB Working Paper series n° IDB-WP-218. 2010.

GOEDHUYS, M. **The impact of innovation activities on productivity and firm growth: evidence from Brazil**. UNU-MERIT Working Paper Series 002, United Nations University; Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Technology, 2007.

GOEDHUYS, M., JANZ, N., MOHNEN, P. **What drives productivity in Tanzanian manufacturing firms: technology or institutions?**, UNU-MERIT working paper 2006/39, Maastricht, the Netherlands, 2006.

GEROSKI, P. **An Applied Econometricians View of Large Company Performance**. Review of Industrial Organization, 13, 271-293, 1998.

GRIFFITH, R.; HUERGO, E.; MAIRESSE, J.; PETERS, B. **Innovation and productivity across four european countries**. NBER Working Paper, n. 12722, 2006.

GRILICHES, Z. **Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth**, Bell Journal of Economics, 10, 92-116. 1979

GRILICHES, Z. **R&D and productivity: Econometric results and measurement issues**, in P. Stoneman (ed.), Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change, 52-89, Blackwell. 1998

GRILICHES, Z. **R&D, education and productivity: A retrospective**, Harvard University Press. 2000.

HALL, B. H. **Innovation and Productivity**. NBER Working Paper No. 17178. 2011.

HUERGO, E.; JAUMANDREU, P. **Firms’ age, process innovation and productivity growth**. International Journal of Industrial Organization 22 541– 559. 2004

- HUERGO, E.; MORENO L. **Does history matter for the relationship between R&D, Innovation and Productivity?**, MPRA Paper 23611, University Library of Munich, Germany, 2010.
- HULTEN, C. R. **Optimal Growth with Infrastructure Capital: Theory and Implications for Empirical Modeling**, University of Maryland, 2000.
- KRUGMAN, P. **Peddling Prosperity: Economic Sense and Nonsense in the Age of Diminished Expectations**. New York: W.W. Norton & Company, 1994.
- LALL, S. **Learning to Industrialize**. Basingstoke (UK): Macmillan Press. 1987
- LALL, S. **Technological capabilities and industrialization**. *World Development*, 20, 165–186. 1992
- LALL, S. **The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-1998**. QEH Working Paper Series, n. 44, 2000.
- MAIRESSE, J., P. ROBIN, S. **Innovation and productivity: a firm-level analysis for French Manufacturing and Services using CIS3 and CIS4 data (1998-2000 and 2002-2004)**, Mimeo, 2009
- MAIRESSE, J. & MOHNEN, P. **Using innovation surveys for econometric analysis**. In HALL, Bronwyn H & ROSENBERG, Nathan. *Handbook of the Economics of Innovation*, 3. Burlington: Academic Press, pp. 1129-1156, 2010.
- MESSA e SILVA, A. **Impactos da Geração e Absorção de Conhecimento na Produtividade da Firma**. *Revista. Economia Contemporanea*. Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 467-487, set./dez. 2009
- PARISI, M. L.; F. SCHIANTARELLI, A. SEMBENELLI. **Productivity, innovation and R&D: micro-evidence for Italy**, *European Economic Review*, 50(8), 2006.
- PAVITT, K. **Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory**. *Research Policy* 13, 343–373. 1984.
- ROGERS, M. **R&D and Productivity in the UK: evidence from firm-level data in the 1990s**, *Economics Series Working Papers* 255, University of Oxford, 2006.
- SANTANA, S. K. S; CAVALCANTI, S. BEZERRA, J. **O papel da inovação na produtividade da indústria: uma abordagem setorial**. *Anais do 39º Encontro Nacional de Economia*, ANPEC, Foz do Iguacú, 2011.
- TSAI, K.H; WANG, J.C. **R&D Productivity and the Spillover Effects of High-tech Industry on the Traditional Manufacturing Sector: The Case of Taiwan**, *World Economy*, 2004.
- WAKELIN, K. **Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms**. *Research Policy*, 2001.
- WIGNARAJA, G. **Trade liberalization in Sri Lanka: Exports, technology and industrial policy**. London/New York: Macmillan Press/St Martins Press, 1998.
- WIGNARAJA, G. **Innovation, learning, and exporting in China: Does R&D or a technology index matter?** *Journal of Asian Economics*, 2011.
- WORLD BANK. *World Bank Investment Climate Survey – Brazil*, 2003.
- ZHANG, R.; SUN, K.; DELGADO, M.; KUMBHAKAR, S. **Productivity in China's high technology industry: Regional heterogeneity and R&D**. MPRA Paper No. 32507, posted 31. July 2011.