

O IMPACTO DOS INVESTIMENTOS EM PESQUISA & DESENVOLVIMENTO NO DESEMPENHO DAS EMPRESAS

Prof. Dr. Leonardo Andrade Rocha^a

Dra. Maria Ester Dal-Poz^b

Fernando Porfirio Soares De Oliveira^c

Carlos Alano Soares de Almeida^d

^aProfessor do Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

^bProfessora da Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

^cProfessor do Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais da UFERSA.

^dProfessor do Departamento de Agrotecnologia e Ciências Sociais da UFERSA.

Artigo recebido em 09/04/2014 e aprovado em 16/12/2015.

RESUMO: O presente trabalho analisou os impactos dos esforços inovativos, medidos pelos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento, sobre o crescimento das vendas, considerando diferentes “graus de proximidade” com a fronteira. Para testar a hipótese, foi construído um modelo de regressão multinível considerando 1.500 firmas com dados financeiros de 2012. Foi calculada a Produtividade Total dos Fatores de cada firma e construído um índice de proximidade com a fronteira (firma com maior produtividade). Os resultados demonstram que firmas situadas próximo à fronteira empregam os recursos de P&D com maior eficiência, obtendo estimativas de crescimento superior em relação às firmas mais afastadas.

PALAVRAS-CHAVE: fronteira tecnológica; P&D; inovação; crescimento das firmas.

CLASSIFICAÇÃO JEL: O3; O30; O31.

IMPACT OF RESEARCH AND DEVELOPMENT INVESTMENTS ON FIRM'S PERFORMANCE

ABSTRACT: This study examined the impact of innovative efforts, measured by investment in Research and Development, on sales growth, taking into account different “degrees of proximity” to the frontier. To test the hypothesis, we built a regression model with multilevel data to assess financial data of 1,500 firms from year 2012. We estimated the Total Factor Productivity of each firm and built an index of proximity to the frontier (firm with higher productivity). The results show that firms closer to the frontier employ R&D resources more efficiently, as their growth estimates are higher than those of firms situated further behind the frontier.

KEYWORDS: technological frontier; R&D; innovation; firms' growth.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação dos efeitos das atividades inovativas no crescimento das firmas tem sido um tema de grande destaque, especialmente nas últimas décadas. Muitos pesquisadores e econométricos têm se aventurado neste campo com o intuito de construir um *link* mais preciso de como a busca ou o esforço na criação de novos produtos, processos e formas de organização têm impacto direto sobre o desempenho econômico-financeiro das empresas (TEECE, 2009). Nesse sentido, políticas que visem à acumulação de capacidades dinâmicas das firmas têm sido tratadas como fundamentais para o desenvolvimento de qualquer economia, especialmente das economias de industrialização recente (AMSDEN, 2001).

É evidente que as inovações e o aprendizado envolvido permanecem como importantes mecanismos os quais as firmas utilizam para construir suas capacidades específicas e tecnológicas (TEECE, 2009). Nesse entendimento, os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) aplicados pelas firmas não são uma condição suficiente, embora necessária, para garantir a construção de trajetórias tecnológicas sem incorporar os diferentes custos de oportunidades envolvidos na tomada de decisão pelos agentes empresariais. Isto ocorre porque mais de 50% destes investimentos são transformados em salários destinados ao pagamento dos pesquisadores distribuídos nos departamentos de pesquisa das empresas (HALL e LERNER, 2009). Dependendo das restrições com as quais a empresa se defronta, a alocação desses recursos pode estar limitada à capacidade operacional de transformá-los em um novo crescimento.

Esse entendimento está alinhado com a importância de analisar processos e rotinas específicas das firmas. Tais aspectos podem ser refletidos nas magnitudes relativas do desempenho inter e intrafirmas, ou seja, fatores relativos à distância entre as firmas podem ser uma importante fonte de influência entre as variáveis, que se tornam “despercebidas” quando analisamos o desempenho das empresas ao invés de “entre as empresas” (MACHER e MOWERY, 2009; BOGLIACINO e CORDONA, 2010). Aghion e Howitt (2009) enfatizam essa compreensão por meio do que chamam “aspectos globais da tecnologia”, incorporando o conceito de “proximidade com a fronteira” nas análises de regressão¹.

¹ Aghion e Howitt (2009) mostram que os efeitos de produtividade da firma dependem das capacidades iniciais dos incumbentes, o que permite entender as relações entre a proximidade da fronteira e as já citadas estratégias de investimentos em P&D. Essa proposta se relaciona fortemente, em termos teórico-conceituais, com a visão da chamada “nova teoria do crescimento econômico” (ROMER, 1986, 1990; AGHION e HOWITT, 1992, 1998), que pontua o papel da acumulação de conhecimentos endógeno, a firma e os processos de *spillover*, o que dá direção às explicações acerca das condições de apropriabilidade tecnológica diferencial entre firmas de países ou grupos de análise, e que podem estar refletidas nos resultados apresentados por este artigo.

Vendo de outra forma, Caselli e Coleman (2006) demonstraram que as firmas mais desenvolvidas e situadas mais próximo à fronteira tecnológica demandam por um tipo específico de mão de obra altamente qualificada, de maneira que esse recurso complementa de forma mais adequada o tipo de tecnologia empregada pela empresa. Na direção oposta, as firmas mais afastadas da fronteira demandam por recursos humanos menos qualificados que operacionalizam tecnologias menos complexas, criando divisões entre os recursos que podem ser vistos como “diferentes resultados” da aplicação dos investimentos em P&D. Assim, as firmas mais próximas da referência tecnológica do seu setor (fronteira) têm mais capacidade de deslocar a fronteira do que as firmas mais afastadas, que sofrem com o aumento relativo dessa distância. Por essa razão, é natural que esse “conjunto vizinhança da fronteira” utilize com mais eficiência os recursos de P&D, uma vez que essas firmas não apenas afetam seu próprio dinamismo, mas podem consideravelmente restringir a capacidade de avanço das empresas mais afastadas, alterando os resultados dos seus investimentos (em um panorama similar, pode se destacar as características particulares de cada setor que influenciam diretamente no volume e no retorno desses investimentos. Para um estudo recente e aplicado ao cenário brasileiro, ver Silva (2013).

Além dessas limitações, as dificuldades de acesso aos recursos financeiros e as restrições de capacidade tendem a gerar divergências persistentes, já que os lucros defasados de algumas inovações alimentam os novos lucros e aqueles que operam na fronteira também são aqueles que são mais propensos a empurrá-la para frente em comparação com as firmas mais afastadas. Resumidamente, é inequívoco que as diferenças entre as firmas de um mesmo setor (e entre setores) condicionam os seus próprios resultados, o que torna o gerenciamento estratégico, especialmente nos esforços inovativos das empresas, um manifesto de uma complexa rede endógena de ações entre os agentes empresariais (BOGLIACINO e CARDONA, 2010).

No intuito de diagnosticar a influência dessas diferenças nos investimentos em P&D das empresas, recentes pesquisas (ACEMOGLU, AGHION e ZILIBOTTI, 2006; AGHION e HOWITT, 2009; HALL e LERNER, 2009; COAD, 2011) tentaram medir o efeito dos esforços inovativos no desempenho das firmas, incorporando para a análise o conceito de aproximação com a fronteira. Essa recente metodologia emprega a abordagem schumpeteriana da concorrência, segundo a qual as firmas buscam criar novos produtos, tornando as atuais tecnologias obsoletas, um processo denominado “destruição criadora” (SCHUMPETER, 1942). Na hipótese schumpeteriana, as firmas mais avançadas têm mais capacidade de se adaptarem aos novos padrões tecnológicos do que as firmas mais atrasadas. Assim, em muitos casos, as firmas mais afastadas da fronteira são desencorajadas a inovar à medida que as firmas mais avançadas destroem suas trajetórias tecnológicas quando deslocam a fronteira. Esse efeito relativo não é tão simples de analisar, nem muito menos de se medir, uma vez que precisamos definir “qual o padrão de referência” dentro da aná-

lise. Por essa razão, os estudos que têm se concentrado nessa temática vêm obtendo resultados mais satisfatórios e coerentes com o gerenciamento estratégico da inovação².

Em alguns estudos, destacando Coad (2011), o efeito de proximidade com a fronteira foi averiguado considerando o uso de regressões quantílicas, visando descrever os aspectos heterogêneos de algumas variáveis em diferentes pontos da sua distribuição. Adotando essa técnica, o autor constatou que os investimentos em P&D apresentaram uma forte associação com o valor de mercados das firmas, especialmente nos quantis superiores (firmas próximas da fronteira), e a mesma contribuição para as firmas mais afastadas (considerando os quantis inferiores) era significativamente inferior. Dessa forma, as atividades inovativas eram mais bem avaliadas no grupo de empresas que lideram o setor, uma vez que essas firmas tinham maior grau de adaptabilidade aos riscos dessas atividades e aos potenciais choques de natureza aleatória.

Contudo, o método de regressões quantílicas não avalia de forma precisa as diferenças entre os níveis de produtividade das firmas, uma vez que estamos considerando apenas os diferentes pontos da distribuição. Além disso, a associação entre o valor de mercado e os esforços inovativos, sem a adequada análise das diferenças relativas de produtividade, pode sugerir resultados imprecisos sobre a verdadeira natureza do efeito. As vantagens da criação de um índice relativo consistem: (i) na distinção entre os diferentes graus de proximidade conforme a proporção da produtividade de cada firma em relação a um padrão referência; (ii) nos modelos de regressão estamos sempre associando os desvios em torno de uma média, o que limita as interpretações, haja vista que o índice de proximidade com a fronteira visa corrigir “o efeito sob a média” pela distância em relação ao maior valor observado, neste caso, a produtividade referência. Esse método consiste na adequação dos modelos de crescimento econômico de Aghion e Howitt (1998, 2009) à problemática microeconômica da firma. Assim, uma vez constatada a hipótese do “paradigma da tecnologia” à la Aghion e Howitt (1992, 1998, 2009), o presente estudo confirma que as assimetrias tecnológicas entre as firmas podem conduzir a padrões divergentes entre os setores, regiões e, especialmente, países, no tocante ao resultado dos investimentos.

Para testar tal hipótese, esta investigação se propôs a avaliar as elasticidades dos gastos em P&D nas vendas das firmas, conforme o grau de proximidade de cada firma em relação à fronteira do seu setor. Para isso, analisou-se uma amostra de 1.500 firmas de 37 setores em 43 países. Em seguida foi calculada a Produtividade Total dos Fatores (PTF)

² Isso porque, na maioria dos estudos, modelos econométricos são empregados para diagnosticar as relações entre as variáveis e a distinção das firmas entre as mais ou menos próximas em relação a um padrão referência, tendo sido mais coerente ao se utilizar o conceito de diferenças em torno da média amostral. Para mais detalhes, ver Coad (2011).

de cada firma e, definindo-se a firma com o maior índice de produtividade como a fronteira em cada setor, posteriormente construiu-se um índice relativo dado pela razão da PTF de cada firma em relação à fronteira, denominando-se o indicador de proximidade. Ao final, foi empregado um modelo de regressão multinível confrontando dois modelos distintos: (i) um efeito causal dos gastos em pesquisa sobre as vendas sem a incorporação da influência das assimetrias tecnológicas e; (ii) incluindo a influência do fator de aproximação com a fronteira nos resultados dos gastos em pesquisa. Os resultados do estudo evidenciaram que as firmas mais próximas da fronteira empregam os recursos de P&D com maior eficiência em relação às firmas mais afastadas. O estudo foi dividido em quatro seções, além desta introdução: a seção dois apresenta o referencial teórico; a seção três, a metodologia empírica; a seção 4, a análise dos resultados; e a seção 5, a conclusão. A seguir será apresentado o referencial teórico que fundamenta o modelo empírico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.2. OS RECURSOS DE P&D COMO INVESTIMENTOS ESTRATÉGICOS

Desde as contribuições de Arrow (1962), os gastos em P&D passaram a ter uma importância diferenciada em relação aos demais investimentos da empresa. Em uma primeira análise, tais investimentos estão sujeitos a fatores de incerteza, de forma que eles concorrem com os demais investimentos (capital físico) de acordo com o melhor e o “mais seguro” retorno. Em outra perspectiva, as restrições de recursos pelas firmas tornam os investimentos em P&D altamente seletivos, uma vez que as empresas mais avançadas empregam tais recursos com maior eficiência e com a finalidade de deslocar a “fronteira tecnológica” do setor que atuam. No que tange às firmas com baixo nível de aprendizado tecnológico, os deslocamentos da fronteira têm o efeito de aumentar a sua distância relativa, elevando os custos de oportunidade desses investimentos e reduzindo a eficácia dos resultados, dado que as estratégias de imitação aumentam a concorrência pelos recursos (COAD, 2011).

Ao longo das últimas décadas, muita ênfase tem sido dada à importância da tecnologia para o dinamismo dos negócios, o que tem destacado ainda mais a importância dos investimentos em P&D nos ganhos de competitividade. Conforme Hall (2002), existem importantes diferenças entre os investimentos em P&D e os investimentos em capital físico. Em primeiro lugar, a composição é diferente com mais da metade dos recursos sendo gasta no pagamento de salários de uma mão de obra altamente especializada e treinada (pesquisadores, engenheiros, doutores em vários campos de atuação etc.). Por causa dessa composição orgânica (dado que ela reflete o dinamismo da tecnologia), a maior parte do conhecimento criado passa a ser intangível e incorpo-

rado tacitamente aos engenheiros e pesquisadores. Esse fato tem duas consequências relacionadas: a posse de tal conhecimento não reside inteiramente na empresa e isso cria um incentivo para a elaboração de contratos específicos a esses investimentos devido à necessidade de manter os funcionários que possuem valioso ativo da empresa – conhecimento (HALL e LERNER, 2009).

Esse padrão de comportamento é mais bem observado especialmente nas firmas mais próximas da fronteira, onde a concorrência pelo conhecimento é mais intensa. Evidências empíricas mostram que a concorrência entre as firmas mais avançadas tem o efeito de forçá-las a inovar como estratégia para escaparem do efeito “ameaça à entrada” que as firmas entrantes promovem às firmas estabelecidas. Essa estratégia tem relação positiva com a probabilidade de entrada, associando *inovação x ameaça à entrada* a um padrão distinto em relação às firmas menos desenvolvidas. Nesse caso particular, as empresas são desencorajadas a inovar, uma vez que as firmas, de forma coletiva, acabam destruindo o valor de suas inovações, elevando ainda mais os custos de oportunidade dos investimentos em P&D (AGHION e BESSENOVA, 2006).

Tais analogias criam um relativo “conflito”, de forma que os resultados dos investimentos em P&D estejam condicionados às flutuações de proximidade com a fronteira (ACEMOGLU, AGHION e ZILIBOTTI, 2006). Por essa importante razão, é imprescindível analisar fatores que refletem os esforços inovativos das firmas considerando suas consequências na formação de assimetrias tecnológicas, especialmente quando tais assimetrias motivam boa parte das capacidades dinâmicas das empresas (TEECE, 2009). Uma análise dissociada entre tais fatores poderia incorrer em conclusões imprecisas sobre a real natureza do “paradigma da tecnologia”.

A próxima seção destaca a construção do modelo empírico que testa a hipótese dos esforços inovativos e a sua relação com o desempenho da firma, incorporando os efeitos da aproximação com a fronteira tecnológica nos resultados desses investimentos (P&D).

3. METODOLOGIA EMPÍRICA

3.2. FONTE DOS DADOS E TAMANHO DA AMOSTRA

Para medir a influência dos esforços inovativos no desempenho das firmas adotou-se a base de dados do *The 2012 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*³ (JOINT RESEARCH CENTER, 2013). Esse relatório é publicado anualmente, fornecendo o

³ Esses dados são tabulados pela Comissão Europeia e fornecem dados e informações financeiras das principais corporações no mundo, conforme o relatório de balanço anual de cada empresa.

ranking das empresas com o maior volume de gastos em P&D. As informações incluem, além dessa variável, o volume das vendas (em € milhões), o número de empregados, as despesas com capital (em € milhões), a rentabilidade, além das medidas de crescimento.

A cada ano o *ranking* das empresas se altera, conferindo perdas de informações sobre algumas empresas em diferentes pontos do tempo. Com o intuito de maximizar o tamanho da amostra para 1.500 empresas (somente no relatório de 2012), optou-se por uma base de dados exclusiva para este ano. Sem muitas perdas, acredita-se que uma amostra de 1.500 firmas seja significativa para as conclusões do estudo.

Embora a amostra do estudo esteja limitada a um ponto do tempo e, portanto, não capture fatores importantes associados à mudança no tempo, aspectos relevantes ao método proposto exercem um contrapeso a essas restrições. Conforme destacado, Marcher e Mowery (2009) afirmam que as rotinas específicas das firmas são condicionadas às magnitudes relativas da produtividade, sejam elas inter ou intrafirmas. Assim, mudanças no tempo que induzem uma redução ou mesmo um aumento na produtividade relativa das firmas repercutem em mudanças na demanda por investimentos no intuito de sustentar a convergência tecnológica. Segundo Acemoglu, Aghion e Zilibotti (2006) e Wu (2010), na medida em que as firmas se aproximam da fronteira, as estratégias de imitação são conduzidas para as de inovação, como tentativa de sustentar a convergência tecnológica. Dessa forma, os investimentos em P&D necessários para sustentar essa convergência vão sendo mais necessários para as firmas que operam na vizinhança da fronteira, ou que se aproximam desta. Embora o fator tempo exerça uma importante influência na composição desses investimentos, tais estratégias são condicionadas pela distância relativa da produtividade, de maneira que os avanços ou retrocessos do *gap* tecnológico (distância com a fronteira) não afetam a essência deste entendimento. Isto se deve ao fato de que as flutuações de proximidade com a fronteira refletem os avanços das firmas em relação às melhores práticas. Nesse caso, suas mudanças no tempo atribuem maior ou menor importância ao uso dos investimentos, sugerindo que as firmas mais próximas da fronteira apresentam um uso destinado ao seu deslocamento e, conseqüentemente, um maior desempenho.

Em uma análise *cross-section*, a distância relativa com a fronteira exerce um contrapeso no efeito dos investimentos, indicando um impacto diferenciado conforme a posição da firma. Esse contrapeso, embora observado estaticamente, não afeta o entendimento de tais mudanças no tempo (modelo com dados em painel), que passa a ser capturado com o fator de aproximação com a fronteira.

3.2. DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS E MODELAGEM ECONÔMETRICA

Para a construção de um modelo econométrico que venha a avaliar os efeitos dos esforços inovativos sobre o desempenho econômico-financeiro das firmas, tomamos o volume das vendas no ano de 2012 como uma função de um importante conjunto de variáveis, conforme a equação a ser estimada:

$$\log(y_{ijc}) = \alpha + \beta_1 \log(l_{ijc}) + \beta_2 \log(k_{ijc}) + \beta_3 \log(P \& D_{ijc}) + \beta_4 D_{Fam\&Biotec} \log(P \& D_{ijc}) + \beta_5 \pi_{ijc} + \beta_6 D_{Brics} + \beta_7 D_{G8} + \beta_8 D_{Amer.Latina} + \gamma_j + \delta_c + \varepsilon_{ijc} \quad (1)$$

Conforme a equação (1), as variáveis y_{ijc} , l_{ijc} , k_{ijc} , $P \& D_{ijc}$ representam, respectivamente, as vendas, o número de empregados (estoque de mão de obra), as despesas de reposição e/ou de melhoria nos ativos físicos das firmas (maquinários, propriedades, prédios industriais etc.) e os gastos em Pesquisa e Desenvolvimento³. A variável *dummy* $D_{Fam\&Biotec}$ corresponde ao conjunto de empresas atuantes nos setores Farmacêutico e Biotecnologia (valor 1, para firmas pertencentes a algum dos setores, e 0, em caso contrário). Essa *dummy*, interagida com o logaritmo dos gastos em P&D, visa captar o efeitos desses dois importantes setores intensivos em alta tecnologia, em relação aos demais grupos de setores. A variável π_{ijc} mede a rentabilidade de cada firma, medida pela razão entre os lucros operacionais e as vendas líquidas. As outras variáveis *dummies*, D_{Brics} , D_{G8} , $D_{Amer.Latina}$, visam distinguir as empresas conforme cada grupo econômico-geográfico. No caso das empresas sediadas nos países que compõem o grupo dos BRICS, a *dummy* D_{Brics} assume valor 1 e 0, em caso contrário. Considerando o grupo das empresas sediadas nos países do G8 (grupo das sete economias mais industrializadas mais a Rússia), a *dummy* D_{G8} assume valor 1 e 0, em caso contrário. Para as empresas com origem nos países da América Latina, a variável *dummy* $D_{Amer.Latina}$ assume valor 1 e 0, em caso contrário. Na última parte, os efeitos fixos de controle da amostra γ_j , δ_c representam as diferenças observadas entre os setores e os países, respectivamente e que são comuns entre as firmas para cada grupo. Os subscritos i , j , c ilustram as dimensões do painel, conforme as i -firmas (1.500), nos j -setores (37) e c -países (43).

Outra importante equação a ser estimada consiste na equação (2), a seguir:

$$\log(y_{ijc}) = \alpha + \beta_1 \log(P \& D_{ijc}) + \beta_2 a_{ijc} \log(P \& D_{ijc}) + \beta_3 a_{ijc} + \beta_4 \log(k_{ijc}) + \beta_5 \pi_{ijc} + \beta_6 D_{Brics} + \beta_7 D_{G8} + \beta_8 D_{Amer.Latina} + \gamma_j + \delta_c + \eta_{ijc} \quad (2)$$

De acordo com a equação (2), a nova variável ε_{ijc} mede o grau de aproximação tecnológica da i -ésima firma em relação à fronteira no seu setor, que é representada pela

empresa com o maior nível de produtividade. Já a interação do indicador de proximidade com o logaritmo dos gastos em P&D visa capturar a influência dos esforços inovativos na medida em que comparamos diferentes defasagens tecnológicas (à medida que a firma reduz o *gap* tecnológico em relação à fronteira, podendo representar um parâmetro de eficiência). Para se calcular o indicador de produtividade de cada firma, pelo menos duas abordagens apresentam maior destaque: (i) as vendas líquidas por trabalhador e a (ii) produtividade total dos fatores (PTF). Por fim, as variáveis $\varepsilon_{ijc}, \eta_{ijc}$ representam os termos de perturbação estocástica que satisfazem os pressupostos estatísticos básicos $\varepsilon_{ijc} \sim N(0, \sigma_\varepsilon)$ e $\eta_{ijc} \sim N(0, \sigma_\eta)$. Testes de confirmação de propriedades básicas nos resíduos também serão adotados, especialmente para confirmar ou não a presença de heterocedasticidade. Nos casos de presença, a matriz de variância-covariância dos parâmetros será recalculada, visando garantir os requisitos de eficiência.

Os parâmetros estimados das variáveis com transformação logarítmica são interpretados como coeficientes de elasticidade e medem a variação percentual ocorrida na variável dependente quando variamos 1% na variável independente. A vantagem dessa metodologia é que ela destaca a influência direta e relativa entre as variáveis selecionadas. É comum nos estudos com dados financeiros de empresa a divisão dessas variáveis com relação ao ativo total da empresa medindo a distribuição de cada recurso sob o ativo (HALL, 2002). Contudo, esse procedimento captura de maneira imprecisa a relação entre as variáveis em decorrência das diferenças observadas entre os ativos das empresas. Dessa forma, o cálculo do coeficiente de elasticidade desconsidera essa influência concentrando de forma mais precisa no impacto de uma variável diretamente sob a outra. Ademais, muitas decisões empresariais sobre investimentos não estão pautadas na distribuição dos recursos e sim na natureza do retorno, de maneira a obter um numerário preciso que viabilize ou não a decisão do investimento (AGHION e HOWITT, 2009).

A seguir será apresentada a metodologia empírica aplicada no estudo.

3.3. CALCULANDO A PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS E A PROXIMIDADE COM A FRONTEIRA

Conforme vimos anteriormente, existem duas importantes e mais adotadas metodologias para cálculo da produtividade das firmas⁴. No caso das vendas líquidas por traba-

⁴ Aghion e Howitt (2009) e Acemoglu, Aghion e Zilibotti (2006) empregam tal metodologia para medir a produtividade das empresas (em casos de microdados) e no nível de países (macrodados), de maneira que não existe uma metodologia consensual para estimar a produtividade. Empregando a mesma técnica conforme a literatura abordada neste estudo, a técnica para estimar a produtividade partiu do coeficiente de produtividade total dos fatores. Entretanto, sugere-se para futuras pesquisas um comparativo entre

lhador, essa variável agrega, além dos fatores tecnológicos, a composição dos insumos necessários na produção, que podem não refletir diretamente os efeitos da tecnologia (KIM, 1997).

Outra metodologia, e mais amplamente adotada, consiste no emprego de uma função de produção padrão do tipo Cobb-Douglas, com tecnologia aumentadora da mão de obra: $y = k^\alpha (Al)^{1-\alpha}$. Sem muitas demonstrações, percebe-se facilmente que a produção por trabalhador pode ser reformulada como: $y/l = (k/y)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A$. Aplicando logaritmo e isolando a produtividade total dos fatores (A), temos: $\log A = \log(y/l) - \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right) \log(k/y)$. Na produção por trabalhador pode ser calculado adotando como *proxies*:

Tabela 1 – Definição das variáveis para cálculo da PTF das empresas

	Variáveis <i>proxies</i>	Fonte dos dados	Referência em outros estudos
y/l	Vendas por trabalhador	The 2012 EU Industrial R&D Investment Scoreboard	Hall, Lotti e Mairesse (2008, 2012)
k/y	Razão das despesas com capital físico em relação às vendas	The 2012 EU Industrial R&D Investment Scoreboard	Hall, Lotti e Mairesse (2008, 2012)
A	Produtividade Total dos Fatores – PTF	–	Hall, Lotti e Mairesse (2008)
α	Elasticidade parcial do capital com retornos constantes de escala	Adotando um $\alpha = 1/3$	Aghion e Bessonova (2006); Hall, Lotti e Mairesse (2008)

Fonte: Elaboração própria com base em dados da pesquisa.

A partir do cálculo da PTF das 1.500 firmas, o indicador de proximidade com a fronteira ou de eficiência tecnológica consistiu no método proposto por Aghion e Howitt (2009): $a_{ijc} = A_{ijc} / \max\{A_{jc}\}$. Assim, a firma com a maior PTF possui um índice igual a uma unidade, uma vez que ela apresenta a PTF referência na razão das demais firmas. Nessa investigação, serão calculadas 37 fronteiras baseadas nos setores da amostra. Portanto, cada índice de proximidade com a fronteira será obtido por meio de cada setor, ao invés de uma única referência na amostra. Esse procedimento visa contemplar e controlar características importantes nos setores que podem induzir um padrão distinto de proximidade com a fronteira. Logo, por simplicidade, podemos visualizar que o indicador satisfaz a restrição: $a_{ijc} \in (0, 1], \forall i$.

O método de estimação do painel depende de importantes propriedades assintóticas acerca dos parâmetros que serão discutidos convenientemente na seção a seguir.

as diferentes métricas de produtividade com o intuito de averiguar como os diferentes coeficientes de elasticidades entre as firmas são afetadas a partir de metodologias alternativas. Embora tal comparativo seja importante para refletir erros de medição na construção de tais métricas de efeito, provavelmente divergências no entendimento da relação entre as variáveis passariam despercebidas. Para maiores detalhes sobre construção de índices de produtividade aplicados nesta temática, ver Aghion e Howitt (2009).

Por simplicidade iremos abstrair a complexidade em algumas notações, usando-as apenas nos momentos mais necessários.

3.4. MÉTODO DE ESTIMAÇÃO

A metodologia de regressão multinível tem uma considerável importância, uma vez que ela incorpora fatores característicos de controle da amostra que são incorporados nos parâmetros de efeitos fixos – (γ_j, δ_c) . Nessa abordagem, existem dois importantes métodos de estimação: (i) estimação com efeitos aleatórios e (ii) estimação com efeitos fixos (CAMERON e TRIVEDI, 2005). No primeiro caso, os fatores característicos de controle da amostra são incorporados no componente de perturbação estocástico ε_{ijc} , empregando o método de estimação conhecido como Mínimos Quadrados Generalizados (MQG). Nesse método, para que as estimativas dos parâmetros sejam não tendenciosas, a covariância entre os regressores e a perturbação estocástica (agregando os efeitos característicos) deva ser identicamente igual a zero em todas as observações: $cov(x_{ijc}^k, \gamma_j + \delta_c + \varepsilon_{ijc}) = 0$ para todo k-ésimo regressor.

Contudo, sabe-se que os arranjos institucionais nas diferentes economias têm um impacto direto na condicionalidade dos esforços inovativos das firmas. Assim, tais esforços, medidos pelos gastos em P&D, dependem de importantes incentivos, como a legislação de propriedade intelectual, aprendizado tecnológico, níveis de oportunidade e condições de apropriabilidade, que variam consideravelmente entre os países e setores (MALERBA, 2004). Dessa forma, é pouco provável que essa condição venha a se satisfazer, tendo em vista que esses arranjos institucionais dependem de forças geopolíticas e, em algumas vezes, de trajetórias institucionais (NELSON e WINTER, 1982).

Ademais, a inclusão dos efeitos fixos visa controlar possíveis “efeitos setoriais” que não são diretamente observados, mas que afetam a relação entre as variáveis do modelo. Nos estudos citados, a técnica de inclusão dos efeitos é verificada, controlando distorções entre as variáveis e evitando viés de especificação no modelo. Além disso, tais efeitos, associados ao “fator de aproximação com a fronteira”, controlam de forma mais precisa distorções setoriais presumíveis e que não são diretamente observadas. Para mais detalhes, ver Bogliacino e Cordona (2010).

Para evitar os transtornos de tendenciosidade nos parâmetros, o método mais coerente com essa investigação seria o de Mínimos Quadrados Ordinários com Variáveis *Dummy*. Nesse caso, os efeitos característicos são desagregados da perturbação estocástica e estimados parâmetros para cada fator de controle (país e setor). Dado que a correlação entre os regressores se observa somente com os efeitos característicos, essa metodologia não invoca qualquer padrão de tendenciosidade.

Cabe ressaltar que o método com a inclusão dos efeitos fixos decorrentes da heterogeneidade amostral captura as mudanças resultantes que não são precisamente medidas pelos regressores. Dessa forma, fatores particulares nos setores podem afetar a relação entre as variáveis, conduzindo a uma tendenciosidade e a uma inconsistência nas estimativas. Assim, quando a heterogeneidade é ignorada, seu impacto é confundido com o erro estocástico, sugerindo que o modelo deixa de controlar diferenças importantes entre as dinâmicas tecnológicas setoriais (CAMERON e TRIVEDI, 2005, p. 611). Além disso, aspectos coerentes à proximidade com a fronteira podem apresentar uma relativa correlação com a dinâmica setorial, tornando-a mais complexa de medir pelos regressores do modelo. Nesse caso, fatores não observáveis que podem estar agregados nos grupos setoriais passam a ser estimados pelos devidos controles fixos. Tais aspectos podem apresentar distorções tanto em nível setorial quanto regional, o que sugere a importância de incorporá-los ao modelo econométrico.

Hall (2002) aplicou o método de painel com efeitos fixos para estimar os efeitos das citações de patentes na valoração das firmas. Posteriormente, Hall e Lerner (2009) também adotaram esse procedimento estatístico para obter estimativas de impacto dos recursos de P&D no índice de q-Tobin das firmas. Além de nessas pesquisas, essa metodologia tem sido empregada amplamente em todos os estudos aqui citados, especialmente nos modelos de crescimento (AGHION e HOWITT, 2009). A seguir, serão apresentados os resultados do modelo empírico e o confronto com recentes trabalhos sobre essa temática.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

As estatísticas descritivas das variáveis principais do modelo estão contidas na Tabela 2.

Tabela 2 – Estatística descritiva das variáveis selecionadas

Variável	Nº Obs.	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	1500	340,77	846,30	35,00	7.754,50
Vendas (€ Milhões)	1500	10.593,90	26.303,36	- 4.383,00	363.375,10
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	1500	686,18	2.353,48	0,10	37.282,10
Lucros (€ Milhões)	1500	1.145,25	3.800,36	- 9.542,00	56.808,10
Trabalhadores (Nº)	1500	32.146,25	65.251,05	7,00	961.000,00

Fonte: Elaboração própria com base nos dados amostrais.

Segundo os dados apresentados na Tabela 2, o investimento médio em P&D, considerando todas as firmas da amostra selecionada, consistiu em € 340,77 milhões, com gasto máximo de € 7.754,00 milhões e mínimo de € 846,30 milhões. Os altos níveis de

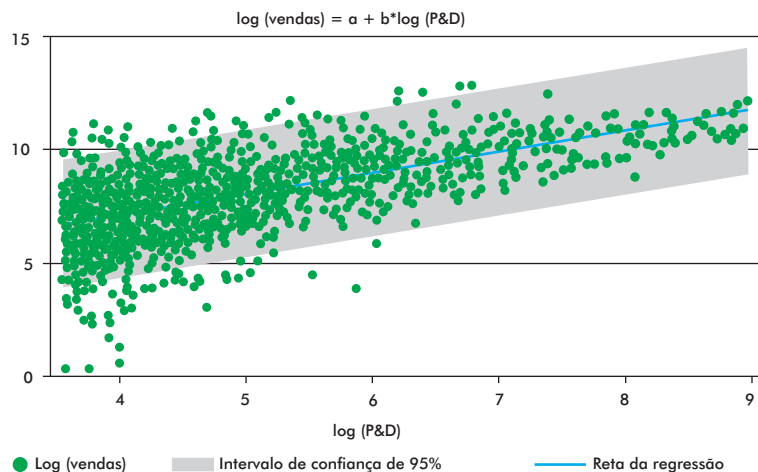
investimento eram representados, em sua grande maioria, por empresas com sede na União Europeia que lideravam um crescimento no período de 8,9% (bem acima da média mundial com 7,6%), contra 6,1% no ano anterior. No tocante aos níveis de vendas, conforme a amostra total, as vendas médias totalizaram um montante de € 10.593,90 milhões, em um intervalo mínimo de € -4.383,00 milhões (prejuízo) a um máximo de € 363.375,00 milhões.

Considerando um comparativo com a década de 2000, as empresas que apresentaram um elevado desempenho nas vendas (no mínimo dobrando o volume de vendas em relação à década de 1990) estavam em grande parte concentradas nos setores de Tecnologia da Informação e Comunicação (em especial Semicondutores, *Software* e Telecomunicações) e Saúde (em especial Farmacêutico, Biotecnologia Aplicada, Equipamentos de Precisão). Em média, as empresas que operavam nesses setores apresentavam, além de um alto crescimento médio entre 2002 e 2011, também elevados níveis de lucratividade, próximos a 30%. Conforme os indicadores apresentados, as firmas com maior lucratividade estavam concentradas no setor de *Software* (35 firmas), seguidas dos setores Farmacêutico e Biotecnologia (42 firmas), Hardware e Equipamentos (66 firmas) e Equipamentos Médicos e Instrumentos de Precisão (19 firmas).

Ainda considerando os dados da Tabela 2, o investimento médio na melhoria e aquisição de novos ativos físicos, tais como equipamentos, propriedades e plantas industriais, consistia no montante de € 686,18 milhões, em um intervalo mínimo de € 0,10 milhões a um máximo de € 37.282,00 milhões. Com relação ao número de funcionários contratados, a média correspondia a um valor aproximado de 32.146 empregados com um mínimo de sete a um máximo de 961.000 funcionários consolidados ao final do período analisado. As tabelas referentes às estatísticas descritivas para cada setor estão apresentadas nos anexos ao final do trabalho.

O Gráfico 1 mostra a relação esperada entre as variáveis vendas e os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento, considerando a amostra total:

De acordo com a visualização do Gráfico 1, as firmas que aplicam maiores recursos nas atividades de Pesquisa & Desenvolvimento, em média, apresentam desempenho superior em relação às firmas com menor esforço. Um destaque importante no gráfico consiste na forma com que a dispersão da amostra se apresenta à medida que aumentamos os investimentos em P&D. Nesse caso, a dispersão tende a diminuir apresentando um padrão de maior aderência no intervalo de confiança apresentado (considerando 95% de confiança). Esse padrão de dispersão sugere que as possibilidades de resultados para cada investimento aplicado tende a se concentrar de forma mais precisa na reta estimada e apresentando sinais de incerteza menores para as firmas com maiores níveis de investimento. Esse destaque se aproxima da proposição apresentada por Aghion, Acemoglu e Zilibotti (2006), em que firmas com altos níveis de investi-

Gráfico 1 – Relação entre as vendas e os investimentos em P&D das firmas

Fonte: Elaboração própria.

mento aplicado, proporcionalmente mais presentes nas economias situadas na vizinhança da fronteira, desfrutam de amplas políticas de incentivo à inovação, como benefícios fiscais e forte regime de proteção à patente, possibilitando um padrão cumulativo de competências e *know-how* que venham a reduzir os riscos inerentes das atividades de Pesquisa & Desenvolvimento. Esse destaque também está presente nos trabalhos de Hall (2002) e Hall e Lerner (2009).

A Tabela 3 apresenta os resultados do modelo estimado na equação (1), conforme diferentes relações de causalidade entre as variáveis. Conforme os resultados, a coluna (A) apresenta a influência dos gastos em P&D, do estoque de mão de obra e dos investimentos nos ativos físicos das empresas. Conforme a teoria, os parâmetros estimados refletem os coeficientes de elasticidades entre as variáveis envolvidas, uma vez que a elasticidade representa o efeito de uma variação percentual de uma variável em decorrência de uma unidade percentual de variação de outra. No caso dos gastos em pesquisa, temos que $\epsilon_{P\&D} \equiv \frac{\partial \log(y)}{\partial \log(P\&D)} = \beta_3 + \beta_4 D_{Fam\&Biotec}$, logo, o aumento de 1% dos gastos em P&D, considerando todas as firmas, contribui para um crescimento nas vendas de aproximadamente 0,20% (significativo a 1%).

Tabela 3 – Estimativas do modelo da equação (1)

Variáveis Independentes	Variável Dependente: log(y)			
	(A)	(B)	(C)	(D)
log(P&D)	0,2024778*	0,2491252*	0,1385593*	0,2549556*
	0,0241601	0,0177517	0,0167845	0,0177546*
$D_{Farm\&Biotec} \cdot \log(P\&D)$	0,1250599*	–	–	–
	0,0382912	–	–	–
log(l)	0,5369339*	0,5219874*	0,4763607*	0,5061634*
	0,03065	0,0182486	0,0180961	0,2379219
log(k)	0,2732131*	0,2274779*	0,3774505*	0,1147933*
	0,031582	0,0161096	0,0151075	0,0350348
π	–	0,0046246*	0,0039838*	0,0047104*
	–	0,0002979	0,0003366	0,000305
D_{Brics}	–	–	–	–0,2082653*
	–	–	–	0,0632308
$D_{Amer.Latina}$	–	–	–0,1572525	–
	–	–	0,5557646	–
D_{GS}	–	–	–	0,1147933*
	–	–	–	0,0350348
Efeitos Fixos	–	–	–	–
– País	sim	sim	sim	não
– Setor	sim	sim	não	sim
– R ²	0,9140	0,9373	0,9121	0,9308
– R ² – Ajustado	0,9086	0,9334	0,9092	0,9285
– Estat. F	169,8600	238,3300	314,0200	407,0700
– P-valor (F)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Nº Firmas	1500	1500	1500	1500
Teste de Heterocedasticidade	–	–	–	–
Teste de Breusch-Pagan / Cook-Weisberg	–	–	–	–
H ₀ : Variância Constante	–	–	–	–
– Estat. Qui-Quadrado	184,1400	0,2400	1,9600	1,3900
– P-valor (Qui-Quadrado)	0,0000	0,6268	0,1614	0,2388

Nota: Os asteriscos (*), (**), (***) correspondem respectivamente aos níveis de significância de 1% (p-valor < 0,01), 5% (p-valor < 0,05), 10% (p-valor < 0,10). O painel consistiu em uma abordagem com dimensão atemporal, uma vez que estamos considerando apenas um ponto do tempo. Testes de correlação nos resíduos entre as diferentes observações na amostra e para cada modelo falharam em rejeitar a hipótese nula de sua existência. Por simplificação e melhor compreensão das informações, os testes não foram incluídos na Tabela, objetivando melhor clareza na interpretação dos resultados. Nos modelos cujos testes de heterocedasticidade rejeitaram a hipótese nula de variância constante, a matriz de variância-covariância dos parâmetros foi recalculada dando robustez e eficiência, de forma que as estimativas de erro-padrão dos parâmetros apresentassem propriedades assintóticas de não tendenciosidade. Na definição dos efeitos fixos, a menção (sim e/ou não) corresponde à inclusão dos efeitos no processo de estimação.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Considerando as firmas atuantes nos setores farmacêutico e biotecnologia, o aumento de 1% nos gastos em P&D contribuiu para um crescimento significativo (ao nível de 1%) nas vendas de aproximadamente 0,33%, um resultado bem acima da média dos setores. No tocante à elasticidade da mão de obra, o aumento de 1% do estoque de funcionários repercute em um crescimento de 0,54% das vendas. Essa diferença entre as elasticidades pode ser atribuída ao efeito de longo prazo nos resultados da pesquisa. Assim, apenas uma parcela dos recursos de pesquisa efetivamente se envolve na criação

de patentes, de forma que esses investimentos estão sempre sujeitos a fatores de incerteza (HALL, LOTTI e MAIRESSE, 2012). O poder de explicação do modelo da coluna (A) mostrou ser bastante elevado, de forma que 91,40% das variações nas vendas são explicadas pelas variáveis definidas no modelo. Testes de significância conjunta dos parâmetros estimados rejeitaram a hipótese nula de pelo menos um parâmetro não significativo (estatística $F = 169,86$). Testes de heterocedasticidade rejeitaram a hipótese nula de variância constante, de forma que a matriz de variância-covariância foi recalculada obtendo novas estimativas não tendenciosas de erro-padrão dos parâmetros.

No modelo da coluna (B), adicionou-se a influência da rentabilidade das firmas, de maneira que essa relação com o crescimento na venda das firmas apresentou sinal positivo e significativo a 1%. Essa influência pode ser capturada pelos incentivos na pesquisa que venham a repercutir em novas vendas, revelando um caráter endógeno do crescimento das firmas (AGHION e HOWITT, 2009). A elasticidade dos gastos em P&D teve um suave aumento, 0,25%. Já quanto à elasticidade da mão de obra, as diferenças em relação à coluna (A) apresentaram-se bastante pequenas, apesar da significância do parâmetro (0,52% contra 0,53%). Tanto o poder de explicação (0,9373) quanto a significância global dos parâmetros (Teste $F = 238,33$) aumentaram consideravelmente, em especial a última estatística. As variáveis selecionadas também apresentaram uma boa qualidade, de forma que a inclusão da lucratividade melhorou a qualidade do ajustamento (verificado pelo aumento do R^2 - ajustado). Por fim, observa-se que o modelo da coluna (B) não rejeita a hipótese de variância homocedástica (teste Qui-Quadrado = 0,24), de forma que não houve necessidade de correção na matriz de variância-covariância dos parâmetros.

Com relação ao modelo da coluna (C), a significância dos parâmetros apresentou-se elevada, com exceção da *dummy* $D_{Amer.Latina}$. A elasticidade dos gastos em pesquisa apresentou uma expressiva queda, considerando a exclusão dos efeitos fixos para os setores (0,14%). Isso mostra a sensibilidade e tendenciosidade das estimativas quando não controlamos os efeitos característicos da amostra, subestimando algumas estimativas e superestimando outras. No tocante à elasticidade dos investimentos em capital físico pelas empresas, percebeu-se uma abrupta elevação em relação às colunas (A) e (B) - 0,38% contra 0,27% e 0,22%, respectivamente. O poder de explicação do modelo apresentou-se bastante elevado e muito próximo dos resultados da coluna (A), com exceção da significância global dos parâmetros (teste $F = 314,02$) e na não rejeição de variância homocedástica (teste Chi-Quadrado = 1,96).

Por último, temos os resultados da coluna (D), onde incluímos as *dummies* D_{Brics} e D_{GS} . Inicialmente percebemos que todos os parâmetros apresentaram significância estatística ao nível de 1%. As elasticidades dos gastos em P&D (0,25%) e estoque de mão de obra (0,50%) aproximaram-se dos resultados observados nas colunas (A) e (B). Com relação à elasticidade dos investimentos em capital físico, observou-se uma notória queda

no índice (0,11%), sinalizando uma relativa sensibilidade dessa estimativa quando excluimos algum controle fixo da amostra (setor ou país). Com relação ao parâmetro de efeito da lucratividade das firmas, percebemos que apresenta pouca sensibilidade aos efeitos de controle da amostra, em comparação com os gastos em P&D e aos investimentos em capital físico. A *dummy* D_{Brics} mostra que as firmas cuja origem seja de algum país do grupo econômico BRICS apresentam, em média, um rendimento das vendas de 0,20% abaixo da amostra total, considerando todas as firmas de outros países. Esse fato pode sugerir a influência de custos institucionais no desempenho dessas firmas. O poder de explicação do modelo apresentou-se alto, de forma que 93,08% das variações das vendas são explicadas somente pelas variáveis selecionadas. A significância global dos parâmetros apresentou o maior nível entre os quatro modelos (teste F = 407,07). Novamente, não rejeitamos a hipótese de indícios de variância homocedástica (teste Chi-Quadrado = 1,39).

Os resultados, de modo geral, indicam que os esforços inovativos das firmas são importantes estratégias de mercado, considerando ainda que cada setor apresenta sua especificidade, envolvendo padrões distintos de oportunidades, cumulatividades e apropriabilidades tecnológicas pelas firmas (MALERBA, 2004). Contudo, o confronto entre a abordagem clássica de difusão da tecnologia, em que as firmas mais atrasadas venham a apresentar uma velocidade de crescimento (e consequentemente convergência) superior às empresas mais avançadas, e a abordagem schumpeteriana, segundo a qual as trajetórias das firmas mais desenvolvidas destoam das trajetórias tecnológicas das firmas atrasadas, depende do efeito “aproximação com a fronteira” na aplicabilidade dos recursos estratégicos dessas firmas. Quando destacamos o conceito de aplicabilidade, não estamos evidenciando apenas o resultado final da aplicação do recurso no desempenho da firma. Em um sentido mais amplo, estamos enfatizando como as firmas observam determinadas estratégias à medida que elas se aproximam da “referência” no setor em que atuam. Nesse caso, o paradigma da tecnologia destaca um efeito contrário e mais complexo à hipótese clássica, cujas firmas avançadas administram fortes incentivos e barreiras tecnológicas que limitam o crescimento das firmas atrasadas, mesmo envolvendo algum padrão de difusão tecnológica (AGHION e HOWITT, 1998).

Visando capturar esse conceito no modelo empírico, destacamos os resultados da equação (2) presentes na Tabela 4.

Conforme os resultados da coluna (A), podemos enfatizar o efeito elasticidade total dos gastos em pesquisa, representado pela derivada parcial:

$$\epsilon_{P\&D} \equiv \frac{\partial \log(y)}{\partial \log(P \& D)} = \beta_1 + \beta_2 a_{ijc}$$

Temos, nesse exemplo, pelo menos dois importantes grupos de firmas, as mais avançadas, considerando o grupo vizinhança da fronteira $\lim(a_{ijc}) \rightarrow 1$, e as mais atrasadas e afastadas da fronteira $\lim(a_{ijc}) \rightarrow 0$. Em cada caso, a elasticidade da pesquisa irá gravitar

Tabela 4 – Estimativas do modelo da equação (2)

Variáveis Independentes	Variável Dependente: log(y)			
	(A)	(B)	(C)	(D)
log(P&D)	0,0392117** 0,0159762	0,7871696*	–	–
a*log(P&D)	0,4016181* 0,0119941	0,2281818*	0,3306488* 0,0297079	0,2530671* 0,0307218
a	–	–	0,4648853* 0,1546968	1,229196* 0,1699003
log(k)	0,7241093* 0,0096768	–	0,7553114* 0,0093101	0,8010073* 0,0113005
π	0,0027622* 0,0003096	0,0082864*	0,0024661* 0,0003145	0,0014688* 0,0002858
D_{Brics}	–	–	–1,174301** 0,4997633	–0,453621 0,4294422
$D_{Amer.Latina}$	–0,6150631 0,50112	–	–1,32684* 0,4997773	–1,03851** 0,4341906
D_{G8}	–0,5234365 0,5356277	2,948861*	–	–
Efeitos Fixos				
– País	sim	sim	sim	sim
– Setor	não	sim	não	sim
– R ²	0,9285	0,5911	0,9287	0,9506
– R ² – Ajustado	0,9261	0,5780	0,9263	0,9475
– Estat. F	392,7400	44,9700	393,8100	306,8500
– P-valor (F)	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Nº Firms	1500	1500	1500	1500
Teste de Heterocedasticidade				
Teste de Breusch-Pagan / Cook-Weisberg				
H ₀ : Variância Constante				
– Estat. Qui-Quadrado	0,1700	15,7600	2,4300	1,7500
– P-valor (Qui-Quadrado)	0,6840	0,0001	0,1192	0,1855

Nota: Os asteriscos (*), (**), (***) correspondem respectivamente aos níveis de significância de 1% (p-valor < 0,01), 5% (p-valor < 0,05), 10% (p-valor < 0,10). O painel consistiu em uma abordagem com dimensão atemporal, uma vez que estamos considerando apenas um ponto do tempo. Testes de correlação nos resíduos entre as diferentes observações na amostra e para cada modelo falharam em rejeitar a hipótese nula de sua existência. Por simplificação e melhor compreensão das informações, os testes não foram incluídos na Tabela, objetivando melhor clareza na interpretação dos resultados. Nos modelos em que testes de heterocedasticidade rejeitaram a hipótese nula de variância constante, a matriz de variância-covariância dos parâmetros foi recalculada dando robustez e eficiência, de forma que as estimativas de erro-padrão dos parâmetros apresentassem propriedades assintóticas de não tendenciosidade. Na definição dos efeitos fixos, a menção (sim e/ou não) corresponde à inclusão dos efeitos no processo de estimação.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa.

em valores distintos, dando um maior ou menor efeito no crescimento das firmas, de acordo com “peso” do fator de aproximação tecnológica. Nesse caso, fica evidente na análise da Tabela 3 a hipótese destacada por Aghion e Howitt (1992, 1998 e 2009) (COAD, 2011). As firmas mais avançadas e situadas próximo da fronteira utilizam os recursos de pesquisa com maior eficiência em relação às firmas mais afastadas, repercutindo em um impacto notoriamente superior no nível das vendas.

Continuando com a análise, as estimativas da coluna (A) apresentaram significância estatística, com exceção das *dummies* $D_{Amer.Latina}$ e D_{G8} . Considerando as firmas com 80 a 90% de proximidade com a fronteira, 1% dos gastos em P&D repercute em um crescimento de 0,36% a 0,40%. Esses resultados estão bem acima dos resultados apresentados na Tabela 2. Considerando as firmas mais afastadas, com 20% a 30% de proximidade com a fronteira, 1% dos gastos em P&D repercute em um crescimento de 0,12% a 0,16%. Esses resultados estão também presentes nas demais colunas da Tabela 4. A divergência entre esses valores e os apresentados na Tabela 3 pode ser explicada por um simples fato: quando agregamos as firmas sem considerarmos as diferenças tecnológicas entre elas, estimamos um resultado médio, englobando características que envolvem desde as firmas mais avançadas até as mais atrasadas. Na hipótese schumpeteriana que testamos distinguimos os grupos com o indicador de proximidade tecnológica. Assim, podemos visualizar com maior clareza quais firmas utilizam os recursos com maior “eficiência” em relação a um padrão-referência dentro de grupos específicos, nesse caso, em cada setor. O poder de explicação do modelo apresentou-se elevado ($R^2 = 0,9285$). Além disso, a significância global dos parâmetros apresentou-se alta, com o teste $F = 392,74$, e com a rejeição da hipótese de variância heterocedástica (teste Chi-Quadrado = 0,17).

Na coluna (B), os parâmetros de elasticidade da pesquisa divergiram consideravelmente em relação às demais estimativas da tabela. Observou-se um elevado valor do parâmetro médio de elasticidade (0,7871) e uma queda em relação ao parâmetro vinculado ao indicador de proximidade (0,2281). Esse padrão de tendenciosidade pode ser explicado pela exclusão da variável $\log(k)$, redistribuindo a influência dos investimentos em capital dentro dos gastos em pesquisa. Esse fator de influência pode ser percebido na queda do poder de explicação do modelo, considerado o mais baixo dentre todos os estimados ($R^2 = 0,5911$). Mais uma vez, observou-se a não rejeição da hipótese de variância heterocedástica, que pode ser explicada pela exclusão da variável no modelo.

Com relação aos resultados da coluna (C), o efeito da aproximação tecnológica no crescimento das vendas é capturado pela derivada parcial, $\frac{\partial \log(y)}{\partial a}$. Esse efeito é composto por duas partes $(\beta_2 a_{ijc} \log(P \& D_{ijc}) + \beta_3 a_{ijc})$, uma dada pelo parâmetro isolado da proximidade com a fronteira e a outra, pela interação com os gastos em pesquisa. Em ambos os casos, os parâmetros apresentaram sinais positivos e significativos (ao nível de 1%). Esse resultado esperado mostra que, caso a hipótese clássica fosse verificada, as economias mais afastadas apresentariam taxas de crescimento bem superiores às das firmas avançadas, apontando para um sinal negativo ao parâmetro. Na direção contrária, as firmas com maior crescimento nas vendas correspondem àquelas situadas mais próximo à fronteira. O parâmetro de interação entre o indicador de proximi-

dade e os gastos em P&D apresentou-se inferior ao parâmetro estimado da coluna (A). Essa divergência pode ser atribuída à exclusão da elasticidade média da pesquisa, enviesando a estimativa do parâmetro de interação. Ainda em questão, as diferenças foram suaves em comparação com a coluna (B). Destaque importante corresponde às *dummies* D_{Brics} e $D_{Amer.Latina}$ que apresentaram estimativas com sinais negativos, mostrando indícios de custos institucionais às firmas de origem nos BRICS e na América Latina (significantes no nível de 1%). A *dummy* da América Latina apresentou uma magnitude superior, podendo ser explicada pela competitividade das firmas chinesas que baixaram o resultado do grupo dos BRICS (JOINT RESEARCH CENTRE, 2013). Esse padrão também é perceptivo na coluna (D). O poder de explicação do modelo apresentou-se também elevado ($R^2 = 0,9285$) e com uma ótima qualidade de ajustamento ($R^2 - \text{Ajustado} = 0,9263$). Além disso, a significância global dos parâmetros revelou-se alta, com o teste $F = 393,81$. Nesse modelo, rejeitamos a hipótese de variância heterocedástica.

Na última coluna (D), podemos destacar a notória variação do parâmetro associado à variável de aproximação tecnológica em relação à coluna (C). Esse resultado está associado à inclusão dos fatores de controle fixo de países, que foram excluídos na estimação do modelo da coluna (C). A inclusão do controle fixo influenciou o poder de explicação do modelo, tornando-o mais elevado em comparação às demais colunas. A subestimação do parâmetro da variável $a_{ijc} \log(P \& D_{ijc})$ pode estar associada à exclusão da variável $\log(P \& D_{ijc})$ no processo de estimação. Ainda assim, mostrou-se significativa e positivamente associada com o desempenho das vendas, revelando que as firmas situadas próximo à fronteira administram um uso mais eficiente dos recursos de P&D em um novo crescimento. A significância global dos parâmetros apresentou-se elevada, rejeitando a hipótese de pelo menos um parâmetro estimado sendo estatisticamente igual a zero. Testes de heterocedasticidade não rejeitaram a hipótese de variância constante ou homocedástica.

Os resultados aqui apresentados mostram que as assimetrias entre as firmas podem constituir-se importante fator restritivo, especialmente na eficiência dos gastos em pesquisa (P&D). A hipótese schumpeteriana, cujos resultados da inovação dependem dos padrões de oportunidade, cumulatividade e apropriabilidade, presentes na literatura dos regimes tecnológicos (MALERBA, 2004), mostra como as firmas alocam seus esforços inovativos à medida que se aproximam da referência tecnológica dentro do setor em que atuam. Esse cenário contraria a vertente clássica de difusão tecnológica como principal fator de crescimento para as firmas. Assim, uma política nacional de inovação tem a prioridade de investigar não apenas os resultados das pesquisas no crescimento das firmas, mas também entender como as firmas reduzem suas diferenças no tempo, alterando os incentivos na adoção de estratégias mais sustentáveis à sua sobre-

vivência. Nesse contexto, as barreiras enfrentadas pelas firmas em atraso, sejam pelas deficiências em aprendizado, pelas restrições de recursos ou ainda pelo comprometimento de suas trajetórias tecnológicas, constituem um importante ponto de partida para futuras pesquisas. Por fim, vale salientar que os tomadores de decisão da política econômica precisam compreender como as firmas percebem as estratégias de maior sobrevivência, nesse caso, os esforços inovativos, à medida que elas crescem e reduzem a distância em relação à liderança do setor. Assim, estamos considerando uma medida de “qualidade” no crescimento das firmas. A falta dessa dimensão na análise pode inferir em resultados comprometedores ao desenvolvimento das empresas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo abordou os efeitos dos esforços inovativos, medidos pelos gastos em P&D, no desempenho econômico-financeiro das firmas. Como primeira hipótese de teste, calculou-se o coeficiente de elasticidade parcial dos gastos em pesquisa sobre o crescimento das vendas. As primeiras estimativas (Tabela 3) revelaram que os esforços inovativos das firmas contribuem significativamente para o crescimento das vendas, considerando que um aumento de 1% dos investimentos em P&D repercute diretamente no crescimento médio de 0,20 a 0,25% no crescimento das vendas. Para se chegar a esses resultados, optou-se por controlar o modelo estimado adotando algumas importantes variáveis. Testando a significância dessas variáveis, percebeu-se que os investimentos em capital físico, a contratação de mão de obra e o grau de lucratividade das firmas apresentaram importantes condicionantes no desempenho destas. Testes de significância global dos parâmetros e significância individuais rejeitaram a hipótese de uma relação estatisticamente nula na causalidade das variáveis sobre o crescimento das vendas. Esses prévios resultados não incorporam a influência da diferença tecnológica entre as firmas sob o uso eficiente dos recursos.

Considerando o fator de aproximação da fronteira (Tabela 4), as elasticidades da pesquisa passam a apresentar resultados distintos. Com a divisão da amostra entre as firmas mais avançadas e mais afastadas de um padrão referência (firma com a maior produtividade), o efeito da elasticidade da pesquisa é alterado conforme o grau de aproximação. As estimativas apresentaram significância estatística e revelaram que as empresas situadas na vizinhança da fronteira apresentaram coeficiente de elasticidade parcial da pesquisa consideravelmente superior em relação ao do grupo de firmas mais afastadas. Assim, ficou evidente que um aumento de 1% nos investimentos em P&D contribui para um crescimento nas vendas de 0,40% para firmas mais avançadas tecnologicamente, contra apenas 0,16% para as firmas mais afastadas da fronteira. Con-

frontando com os resultados anteriores (Tabela 2), percebeu-se que o indicador de proximidade com a fronteira ampliou o intervalo de possibilidades do coeficiente de elasticidade de $(0,20\% \leq \varepsilon_{P\&D} \leq 0,25\%)$ para $(0,16\% \leq \varepsilon_{P\&D} \leq 0,40\%)$. Esse fato deve-se especialmente ao paradigma da tecnologia (COAD, 2011). Em todos os resultados apresentados o parâmetro de interação entre a proximidade e o logaritmo dos gastos apresentou sinal positivo e significativo. Além disso, o poder de explicação não apresentou queda ao incorporar e fazer interagir o índice com a variável “gastos em P&D”. Ao contrário disso, em alguns dos resultados apresentados observou-se uma elevação no poder de explicação do modelo.

Este estudo corrobora com alguns resultados apresentados na literatura do crescimento (AGHION e HOWITT, 2009). Os resultados sugerem que os esforços inovativos constituem estratégias “eficientemente” mais apropriadas para as indústrias líderes, enquanto as firmas com maior distância em relação à fronteira podem se defrontar com elevados custos de oportunidade para tais esforços, reduzindo-se os retornos sobre o crescimento. A ausência dessa compreensão pode comprometer a trajetória de desenvolvimento das firmas e, em alguns casos, conduzi-las para armadilhas de divergência dentro do setor (ACEMOGLU, AGHION e ZILIBOTTI, 2006)

5.1. SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Embora os resultados apresentados tenham se concentrado no contexto da amostra total, futuras pesquisas desagregando a amostra por grupos de intensidade tecnológica permitirão analisar quais os efeitos que a proximidade com a fronteira exerce sobre os coeficientes de elasticidade em cada grupo. Isso permite compreender de forma mais precisa as dinâmicas tecnológicas que caracterizam as diferentes indústrias, além das possíveis assimetrias derivadas dos diferentes tipos de economias. Essa distinção permitirá um relativo avanço na compreensão desse tema.

6. REREFÊNCIAS

- ACEMOGLU, D.; AGHION, P.; ZILIBOTTI, P. Distance to frontier, selection, and economic. *Journal of the European Economic Association*, v. 4, n. 1, p. 37-74, 2006.
- ACEMOGLU, D.; AKCIGIT, U. Intellectual Property rights policy, competition and innovation. *Journal of the European Economic Association*, v. 10, n. 1, p. 1-42, 2012.
- AGHION, P.; BESSENOVA, E. On entry and growth: theory and evidence. *OFCE – Revue de l'OFCE*, v. 97, n. 5, p. 259-278, 2006.

- AGHION, P.; HOWITT, P. A Model of growth through creative destruction. *Econometrica*, v. 60, n. 2, p. 323-351, 1992.
- AGHION, P.; HOWITT, P. *Endogenous growth theory*. Cambridge: MIT Press, 1998.
- AGHION, P.; HOWITT, P. *The economics of growth*. Cambridge: MIT Press, 2009.
- AMSDEN, A. H. *The rise of "the rest": challenges to the west from late-industrializing economies*. Nova York: Oxford University Press, 2001.
- ARROW, K. "Economic welfare and the allocation of resources for invention". In: NELSON, R. R. *The rate and direction of inventive activity*. New Jersey: Princeton University Press, 1962, p. 609-625.
- BOGLIACINO, F.; CARDONA, S. G. *The determinants of R&D Investment: the role of Cash flow and capabilities*. Sevilha: European Commission, 2010.
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics: methods and applications*. Nova York: Cambridge University Press, 2005.
- COAD, A. Appropriate business strategy for leaders and laggards. *Industrial and Corporate Change*, v. 20, n. 4, 2011, p. 1049-1079.
- HALL, B. H. The financing of research and development. *Oxford Review of Economic Policy*, 18, n. 1, p. 35-51, 2002.
- HALL, B. H.; LERNER, J. *The financing of R&D and innovation*. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2009.
- HALL, B. H.; LOTTI, F.; MAIRESSE, J. Employment, innovation, and productivity: evidence from Italian microdata. *Industrial and Corporate Change*, v. 17, n. 4, p. 813-839, 2008.
- HALL, B. H.; LOTTI, F.; MAIRESSE, J. Evidence on the impact of R&D and ICT investments on innovation and productivity in Italian firms. *Economics of Innovation and New Technology*, p. 1-29, 2012.
- JOINT RESEARCH CENTRE. *The 2012 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*. Luxemburgo: European Commission, 2013.
- KIM, L. *Imitation to Innovation: the dynamics of Korea's technological learning*. Boston: Harvard Business School Press, 1997.
- MACHER, J. T.; MOWERY, D. C. Measuring dynamic capabilities: practices and performance in semiconductor manufacturing. *British Journal of Management*, v. 20, p. S41-S62, 2009.
- MALERBA, F. *Sectoral systems of innovations: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- NELSON, R.; WINTER, S. *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, v. 94, n. 5, p. 1002-37, 1986.
- ROMER, P. M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, v. 98, n. 5, p. S71-102, 1990.
- SCHUMPETER, J. *Capitalism, socialism, and democracy*. Nova York: Harper and Row, 1942.

- SILVA, E. H. Taxonomia setorial com indicadores de esforço inovativo. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 17, n. 1, p. 129-152, 2013.
- TEECE, D. J. *Dynamic capabilities and strategic management*. Nova York: Oxford University Press, 2009.
- WU, H. Distance to frontier, intellectual property rights, and economic growth. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 19, n. 2, p. 165-183, 2010.

ANEXOS

As Tabelas 5 (A e B) e 6 apresentam a distribuição das firmas conforme os setores de atuação e a nacionalidade de origem.

Tabela 5-A – Distribuição das firmas segundo setores selecionados na amostra

Industry	Freq.	Percent (%)	Industry	Freq.	Percent (%)	Industry	Freq.	Percent (%)
Aerospace & defence	44	2,93	Gas. water & multiutilities	8	0,53	Nonlife insurance	3	0,20
Alternative energy	7	0,47	General industrials	42	2,80	Oil & gas producers	27	1,8
Automobiles & parts	102	6,80	General retailers	11	0,73	Oil equipment. services & distribution	16	1,07
Banks	21	1,40	Health care equipment & services	56	3,73	Other financials	10	0,67
Beverages	4	0,27	Household goods & home construction	25	1,67	Personal goods	27	1,80
Chemicals	92	6,13	Industrial engineering	114	7,60	Pharmaceuticals & biotechnology	160	10,67
Construction & materials	44	2,93	Industrial metals & mining	31	2,07	Software & computer services	122	8,13
Electricity	17	1,13	Industrial transportation	9	0,60	Support services	18	1,20
Electronic & electrical equipment	118	7,87	Leisure goods	31	2,07	Technology hardware & equipment	216	14,40
Fixed line telecommunications	23	1,53	Life insurance	3	0,20	Tobacco	5	0,33
Food & drug retailers	7	0,47	Media	15	1,00	Travel & leisure	16	1,07
Food producers	38	2,53	Mining	8	0,53			
Forestry & paper	7	0,47	Mobile telecommu- nications	3	0,20	Total	500	100,00

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa.

Tabela 5-B – Distribuição das firmas por grupo econômico e setor

Industry	G8			Industry	G8			Industry	G8		
	Não	Sim	Total		Não	Sim	Total		Não	Sim	Total
Aerospace and Defense	10	34	44	Gas, Water and Multiutilities	1	7	8	Nonlife insurance	0	3	3
Alternative Energy	3	4	7	General industrials	12	30	42	Oil and gas producers	11	16	27
Automobiles and Parts	21	81	102	General retailers	2	9	11	Oil equipment, services and distribution	7	9	16
Banks	11	10	21	Health Care Equipment and services	8	48	56	Other Financials	1	9	10
Beverages	1	3	4	Household goods and home construction	4	21	25	Personal goods	4	23	27
Chemicals	22	70	92	Industrial engineering	46	68	114	Pharmaceuticals and biotechnology	42	118	160
Construction and Materials	19	25	44	Industrial metals and minig	16	15	31	Software and computer services	23	99	122
Electricity	5	12	17	Industrial transportation	4	5	9	Support services	2	16	18
Electronic and Electrical Equipment	34	84	118	Leisure goods	10	21	31	Technology hardware and equipment	59	157	216
Fixed Line Telecommunications	16	7	23	Life insurance	1	2	3	Tobacco	0	5	5
Food and Drug Retailers	2	5	7	Media	1	14	15	Travel and leisure	4	12	16
Food Producers	8	30	38	Mining	3	5	8				
Forestry and Papers	4	3	7	Mobile telecommunications	1	2	3	Total	418	1082	1500

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa.

Tabela 6 – Distribuição das firmas segundo a nacionalidade de origem

Country	Freq.	Percent (%)	Country	Freq.	Percent (%)	Country	Freq.	Percent (%)
Australia	12	0,80	Iceland	1	0,07	Slovenia	1	0,07
Austria	7	0,47	India	14	0,93	South Africa	1	0,07
Belgium	12	0,80	Ireland	8	0,53	South Korea	35	2,33
Bermuda	7	0,47	Israel	9	0,60	Spain	15	1,00
Brazil	7	0,47	Italy	23	1,53	Sweden	26	1,73
Canada	10	0,67	Japan	296	19,73	Switzerland	40	2,67
Cayman Islands	21	1,40	Liechtenstein	1	0,07	Taiwan	47	3,13
China	56	3,73	Luxembourg	4	0,27	Thailand	1	0,07
Czech Republic	1	0,07	Mexico	1	0,07	The Netherlands	24	1,60
Denmark	21	1,40	New Zealand	1	0,07	Turkey	5	0,33
Finland	14	0,93	Norway	9	0,60	UK	81	5,40
France	58	3,87	Portugal	4	0,27	USA	502	33,47
Germany	108	7,20	Russia	4	0,27	Venezuela	1	0,07
Hong Kong	4	0,27	Saud Arabia	2	0,13	Total	1500	100,00
Hungary	2	0,13	Singapore	4	0,27			

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da pesquisa.

Tabela 7 – Estatística descritiva das variáveis selecionadas por setor

<i>Setor: Aerospace and Defense</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	44	407,98	695,84	38,70	3.249,00
Vendas (€ Milhões)	44	9.589,51	13.423,60	575,60	53.122,30
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	44	337,04	470,09	14,50	2.197,00
Lucros (€ Milhões)	44	830,53	1.363,40	- 2.264,00	6.379,90
Trabalhadores (Nº)	44	38.175,52	47.595,04	1.441,00	199.900,00
<i>Setor: Alternative Energy</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	7	113,44	126,25	37,50	393,00
Vendas (€ Milhões)	7	1.957,36	1.799,58	698,50	5.836,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	7	222,42	217,91	48,90	565,60
Lucros (€ Milhões)	7	-160,61	480,69	- 1.226,80	239,00
Trabalhadores (Nº)	7	7.194,00	7.124,27	1.928,00	22.721,00
<i>Setor: Automobiles and Parts</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	102	789,47	1.575,17	35,70	7.754,50
Vendas (€ Milhões)	102	18.478,87	32.843,19	157,80	184.798,10
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	102	1.068,43	2.267,51	9,90	15.235,20
Lucros (€ Milhões)	102	1.003,78	2.000,13	- 4.447,00	10.930,00
Trabalhadores (Nº)	102	53.874,78	76.422,99	37,00	400.070,00
<i>Setor: Banks</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	21	364,46	388,50	35,00	1.420,00
Vendas (€ Milhões)	21	17.526,63	15.345,44	- 4.383,00	52.822,50
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	21	0,00	0,00	0,00	0,00
Lucros (€ Milhões)	21	1.669,20	5.997,92	- 9.542,00	16.903,90
Trabalhadores (Nº)	21	89.830,06	78.855,72	6.952,00	298.000,00

Tabela 7 – Estatística descritiva das variáveis selecionadas por setor (continua)

<i>Setor: Beverages</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	4	302,13	231,39	88,70	578,70
Vendas (€ Milhões)	4	29.180,68	16.149,16	14.545,60	51.398,10
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	4	1.554,30	1.223,21	233,60	2.609,20
Lucros (€ Milhões)	4	5.133,70	4.678,96	1.065,90	10.221,00
Trabalhadores (Nº)	4	117.526,80	126.916,90	16.759,00	297.000,00
<i>Setor: Chemicals</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	92	235,56	435,01	35,10	3.045,00
Vendas (€ Milhões)	92	7.560,75	11.076,27	93,00	73.497,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	92	417,76	563,41	8,30	3.410,00
Lucros (€ Milhões)	92	758,46	1.536,32	-138,50	10.373,60
Trabalhadores (Nº)	92	16.213,81	21.129,60	174,00	111.800,00
<i>Setor: Construction and Materials</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	44	138,42	187,83	35,10	1.039,20
Vendas (€ Milhões)	44	12.157,79	13.980,80	406,20	54.241,40
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	44	426,04	543,33	22,20	2.317,40
Lucros (€ Milhões)	44	681,13	826,75	- 4,30	3.727,00
Trabalhadores (Nº)	44	54.171,90	70.645,88	1.199,00	294.761,00
<i>Setor: Electricity</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	17	147,04	147,80	37,50	518,00
Vendas (€ Milhões)	17	24.653,74	20.075,16	5.888,30	77.573,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	17	2.863,59	2.034,84	735,10	7.148,20
Lucros (€ Milhões)	17	1.458,86	3.698,31	- 2.281,10	11.164,00
Trabalhadores (Nº)	17	33.905,13	35.901,89	6.983,00	151.804,00
<i>Setor: Eletronic and Eletrical Equipment</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	118	321,16	829,66	35,20	6.857,80
Vendas (€ Milhões)	118	6.272,45	15.071,41	89,50	110.716,10
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	118	434,48	1.518,27	1,60	15.184,30
Lucros (€ Milhões)	118	420,46	1.346,26	- 1.369,60	10.370,20
Trabalhadores (Nº)	118	36.547,46	101.630,30	205,00	961.000,00
<i>Setor: Fixed Line Telecommunications</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	23	412,90	600,49	37,60	2.663,60
Vendas (€ Milhões)	23	24.197,33	28.896,43	373,20	104.486,50
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	23	3.342,57	4.352,46	6,30	15.542,20
Lucros (€ Milhões)	23	3.425,36	3.568,41	-240,50	12.215,70
Trabalhadores (Nº)	23	96.279,76	105.652,90	791,00	309.799,00
<i>Setor: Food and Drug Retailers</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	7	145,30	139,20	35,00	376,40
Vendas (€ Milhões)	7	38.025,14	34.116,76	3.210,50	94.855,90
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	7	1.121,02	1.455,51	87,90	4.031,60
Lucros (€ Milhões)	7	1.405,80	1.347,95	38,50	4.145,20
Trabalhadores (Nº)	7	154.417,20	196.673,80	4.770,00	519.671,00

Tabela 7 – Estatística descritiva das variáveis selecionadas por setor (continuação)

<i>Setor: Food Producers</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	38	185,24	302,77	35,50	1.248,50
Vendas (€ Milhões)	38	11.572,71	16.692,18	467,30	68.813,70
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	38	385,71	690,42	14,90	3.925,50
Lucros (€ Milhões)	38	1.149,64	2.053,77	-149,50	10.241,20
Trabalhadores (Nº)	38	34.049,41	63.441,44	1.923,00	328.000,00
<i>Setor: Forestry and Papers</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	7	71,73	21,97	36,30	93,40
Vendas (€ Milhões)	7	9.548,70	2.348,95	4.683,50	12.061,30
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	7	485,14	118,26	286,00	663,30
Lucros (€ Milhões)	7	471,27	178,26	188,10	755,00
Trabalhadores (Nº)	7	26.234,29	10.092,31	13.407,00	43.697,00
<i>Setor: Gas, Water and Multiutilities</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	8	131,33	68,03	42,10	235,00
Vendas (€ Milhões)	8	39.997,69	41.367,05	1.927,10	112.954,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	8	2.509,17	2.951,76	74,20	6.353,00
Lucros (€ Milhões)	8	2.240,71	3.340,45	-155,00	9.847,00
Trabalhadores (Nº)	8	87.309,25	103.991,40	4.555,00	258.400,00
<i>Setor: General industrials</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	42	341,58	726,66	39,30	3.555,90
Vendas (€ Milhões)	42	12.712,54	20.399,76	20,90	109.928,90
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	42	827,59	1.757,09	37,80	9.776,60
Lucros (€ Milhões)	42	1.205,26	2.545,15	-49,80	15.532,90
Trabalhadores (Nº)	42	42.207,90	60.208,39	13,00	301.000,00
<i>Setor: General retailers</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	11	402,90	531,00	59,00	1.636,90
Vendas (€ Milhões)	11	16.327,56	19.911,41	60,90	66.702,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	11	829,10	479,08	104,20	1.414,00
Lucros (€ Milhões)	11	949,38	776,80	24,80	2.085,00
Trabalhadores (Nº)	11	60.867,82	81.412,18	2.927,00	290.747,00
<i>Setor: Health Care Equipment and services</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	56	181,54	210,98	35,20	1.165,50
Vendas (€ Milhões)	56	3.049,20	3.480,93	43,20	16.522,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	56	135,63	178,80	4,80	783,00
Lucros (€ Milhões)	56	502,04	699,60	-175,80	3.455,40
Trabalhadores (Nº)	56	16.811,87	24.657,44	330,00	149.351,00
<i>Setor: Household goods and home construction</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	25	181,38	310,18	36,90	1.568,10
Vendas (€ Milhões)	25	8.386,04	12.990,51	257,20	64.672,70
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	25	344,86	659,96	7,90	3.063,60
Lucros (€ Milhões)	25	978,19	2.193,28	4,90	11.085,90
Trabalhadores (Nº)	25	24.629,36	28.254,49	387,00	126.000,00

Tabela 7 – Estatística descritiva das variáveis selecionadas por setor (continuação)

<i>Setor: Industrial engineering</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	114	169,45	286,26	35,70	1.965,20
Vendas (€ Milhões)	114	5.521,38	6.761,04	468,30	46.478,10
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	114	230,10	379,92	7,60	3.032,70
Lucros (€ Milhões)	114	574,10	843,30	-49,30	5.610,90
Trabalhadores (Nº)	114	22.873,26	24.703,73	647,00	133.600,00
<i>Setor: Industrial metals and minig</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	31	109,39	90,26	36,90	340,50
Vendas (€ Milhões)	31	14.540,60	15.944,27	1.525,70	72.627,70
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	31	866,11	1.071,61	31,00	3.962,70
Lucros (€ Milhões)	31	621,90	914,64	-286,00	3.785,50
Trabalhadores (Nº)	31	37.197,60	53.266,91	4.867,00	261.000,00
<i>Setor: Industrial transportation</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	9	69,23	24,93	43,00	117,00
Vendas (€ Milhões)	9	12.473,27	18.181,22	431,50	52.829,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	9	551,10	781,35	81,20	1.716,00
Lucros (€ Milhões)	9	-405,55	2.837,71	- 7.164,40	2.393,00
Trabalhadores (Nº)	9	134.009,30	152.798,00	7.500,00	423.502,00
<i>Setor: Leisure goods</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	31	522,21	1.183,11	40,70	5.173,10
Vendas (€ Milhões)	31	7.753,75	17.527,76	135,90	78.023,70
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	31	399,30	1.060,20	4,10	4.539,20
Lucros (€ Milhões)	31	103,29	454,01	- 1.195,10	1.277,30
Trabalhadores (Nº)	31	29.534,23	65.718,91	631,00	330.767,00
<i>Setor: Life insurance</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	3	93,07	43,62	45,40	131,00
Vendas (€ Milhões)	3	8.125,57	7.343,41	3.877,50	16.605,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	3	0,00	0,00	0,00	0,00
Lucros (€ Milhões)	3	-190,13	5.660,66	- 6.008,00	5.299,00
Trabalhadores (Nº)	3	33.109,50	34.394,38	8.789,00	57.430,00
<i>Setor: Média</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	15	200,45	256,12	38,10	998,00
Vendas (€ Milhões)	15	6.745,13	7.950,65	432,90	28.813,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	15	227,20	307,51	3,10	804,50
Lucros (€ Milhões)	15	740,13	1.503,45	-544,90	5.682,00
Trabalhadores (Nº)	15	22.078,00	22.247,84	1.369,00	60.500,00
<i>Setor: Mining</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	8	196,39	402,29	35,30	1.190,00
Vendas (€ Milhões)	8	20.029,51	24.558,61	1,40	55.820,40
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	8	5.263,47	6.499,07	6,60	14.209,00
Lucros (€ Milhões)	8	7.548,58	9.861,79	-51,30	22.160,90
Trabalhadores (Nº)	8	25.705,38	32.679,83	291,00	77.055,00

Tabela 7 – Estatística descritiva das variáveis selecionadas por setor (continuação)

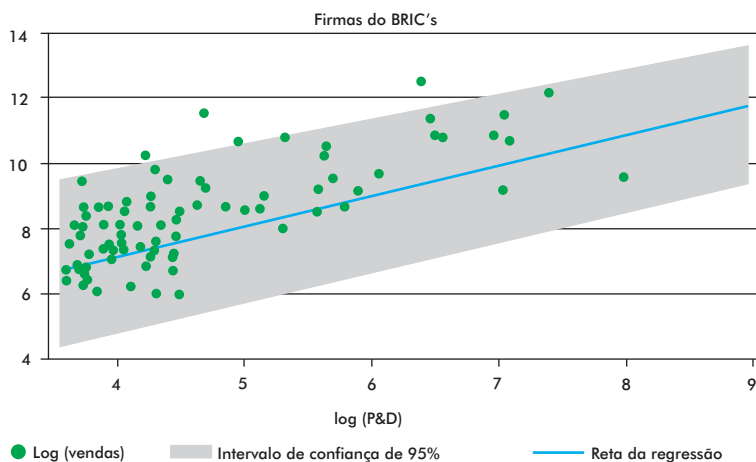
<i>Setor: Mobile telecommunications</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	3	252,80	160,74	68,40	363,30
Vendas (€ Milhões)	3	34.565,60	21.392,72	12.711,00	55.464,40
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	3	3.524,03	2.012,97	1.711,00	5.690,20
Lucros (€ Milhões)	3	6.484,10	6.267,99	1.337,10	13.464,30
Trabalhadores (Nº)	3	46.027,67	35.481,55	19.680,00	86.373,00
<i>Setor: Nonlife insurance</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	3	92,60	73,14	38,00	175,70
Vendas (€ Milhões)	3	19.754,87	24.797,15	1.544,40	47.996,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	3	0,00	0,00	0,00	0,00
Lucros (€ Milhões)	3	- 1.799,90	3.301,64	- 5.611,00	192,20
Trabalhadores (Nº)	3	27.851,50	27.371,40	8.497,00	47.206,00
<i>Setor: Oil and gas producers</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	27	355,32	399,96	35,30	1.622,00
Vendas (€ Milhões)	27	118.357,90	110.266,00	30,10	363.375,10
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	27	9.616,19	11.003,69	12,00	37.282,10
Lucros (€ Milhões)	27	16.058,54	16.636,15	-66,70	56.808,10
Trabalhadores (Nº)	27	87.809,07	136.416,90	49,00	552.810,00
<i>Setor: Oil equipment, services and distribution</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	16	158,11	197,32	43,40	829,30
Vendas (€ Milhões)	16	19.148,50	22.756,45	2.267,70	74.627,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	16	1.923,49	2.583,53	211,80	9.385,80
Lucros (€ Milhões)	16	2.691,58	3.486,22	-263,70	10.778,10
Trabalhadores (Nº)	16	47.005,85	45.691,22	4.655,00	160.837,00
<i>Setor: Other Financials</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	10	64,07	23,79	36,40	111,60
Vendas (€ Milhões)	10	1.741,64	1.529,52	430,30	5.189,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	10	56,28	49,37	10,30	136,80
Lucros (€ Milhões)	10	541,32	833,65	-137,30	2.691,90
Trabalhadores (Nº)	10	3.340,50	1.884,44	1.118,00	6.700,00
<i>Setor: Personal goods</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	27	130,08	151,41	36,10	720,50
Vendas (€ Milhões)	27	7.429,85	7.071,38	440,00	24.628,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	27	221,21	176,35	17,90	748,10
Lucros (€ Milhões)	27	1.074,02	1.474,53	31,10	5.207,00
Trabalhadores (Nº)	27	66.808,36	125.125,20	1.276,00	484.035,00
<i>Setor: Pharmaceuticals and biotechnology</i>					
Variável	Nº Firms	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	160	569,10	1.354,39	35,20	7.001,30
Vendas (€ Milhões)	160	3.894,90	9.353,07	0,00	52.109,90
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	160	151,95	353,61	0,00	2.235,90
Lucros (€ Milhões)	160	847,78	2.374,05	-256,00	14.287,80
Trabalhadores (Nº)	160	10.572,86	24.233,45	38,00	123.686,00

Tabela 7 – Estatística descritiva das variáveis selecionadas por setor

<i>Setor: Software and computer services</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	122	326,72	938,87	35,00	7.582,50
Vendas (€ Milhões)	122	3.432,33	10.662,21	77,20	82.630,80
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	122	162,46	485,12	2,40	3.606,90
Lucros (€ Milhões)	122	678,63	2.517,22	-128,40	17.050,00
Trabalhadores (Nº)	122	15.699,74	47.325,49	7,00	433.362,00
<i>Setor: Support services</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	18	143,94	155,52	41,00	561,90
Vendas (€ Milhões)	18	3.871,59	4.409,28	106,40	17.848,10
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	18	196,40	168,79	59,40	503,00
Lucros (€ Milhões)	18	445,36	633,01	-313,50	2.240,60
Trabalhadores (Nº)	18	33.990,41	50.248,99	255,00	204.000,00
<i>Setor: Technology hardware and equipment</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	216	388,79	838,86	35,50	6.453,40
Vendas (€ Milhões)	216	4.918,04	12.768,57	102,10	98.342,20
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	216	303,08	967,04	1,80	8.319,00
Lucros (€ Milhões)	216	610,62	2.449,17	- 1.073,00	26.114,80
Trabalhadores (Nº)	216	18.809,61	43.079,31	330,00	349.600,00
<i>Setor: Tobacco</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	5	262,58	187,33	53,30	511,70
Vendas (€ Milhões)	5	24.524,94	20.023,14	6.601,00	59.004,60
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	5	496,48	371,97	81,20	951,70
Lucros (€ Milhões)	5	5.363,70	3.130,03	1.854,10	10.303,70
Trabalhadores (Nº)	5	45.958,40	37.857,09	5.450,00	87.813,00
<i>Setor: Travel and leisure</i>					
Variável	Nº Firmas	Média	Desvio Pad.	Mín.	Máx.
P&D (€ Milhões)	16	111,85	83,46	43,80	319,40
Vendas (€ Milhões)	16	7.411,84	11.073,59	127,60	37.979,00
Inv. Capital Físico (€ Milhões)	16	777,12	1.345,08	8,90	4.053,40
Lucros (€ Milhões)	16	884,61	1.231,93	9,10	3.704,40
Trabalhadores (Nº)	16	32.670,93	71.823,22	515,00	282.260,00

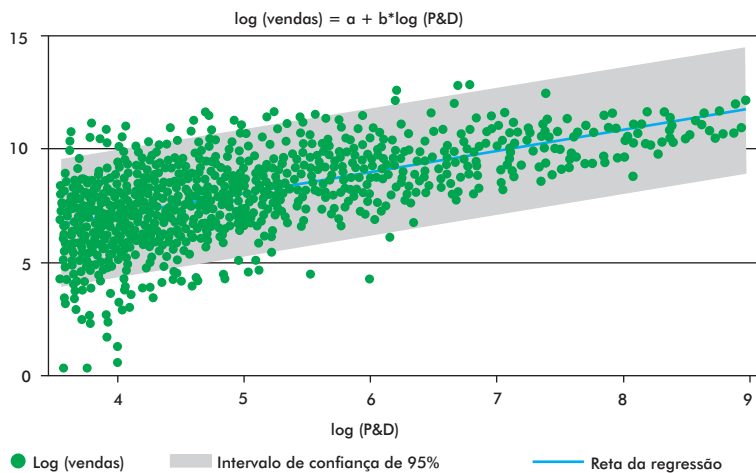
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados amostrais.

Gráfico 2: Relação entre as vendas e os investimentos em P&D das firmas com sede em algum país do grupo BRICS



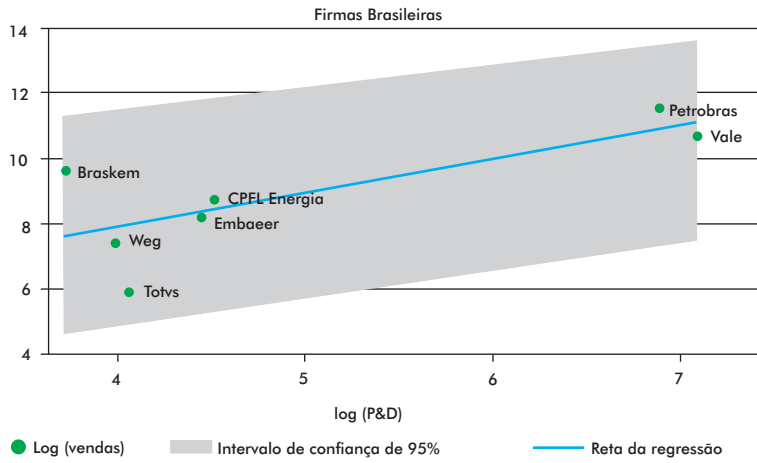
Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 3: Relação entre as vendas e os investimentos em P&D das firmas com sede em algum país do grupo G8



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 4: Relação entre as vendas e os investimentos em P&D das firmas brasileiras



Fonte: Elaboração própria.