

A microeconomia do crescimento de empresas industriais e inovação tecnológica: evidências para o Brasil e 7 países europeus

Bruno César Araújo
Pesquisador do IPEA

Alexandre Messa Silva*
Pesquisador do IPEA

Resumo

Este artigo traz duas contribuições para o debate acerca da relação entre inovação tecnológica e crescimento de empresas. A primeira é o teste de uma versão modificada da equação de Gibrat para o crescimento de empresas a partir de um sistema de equações de acordo com a tradição iniciada por Crépon, Duguet e Mairesse (1998), com o objetivo de corrigir o possível viés de seleção e a endogeneidade entre investimentos em P&D, inovação e desempenho das empresas. A segunda contribuição é a estimativa deste sistema para não apenas um país, e sim para o Brasil e mais sete países europeus (Alemanha, França, Espanha, Portugal, Hungria, Eslováquia e Lituânia), a fim de garantir uma perspectiva comparada dos nossos resultados. A inovação tecnológica apresentou impactos positivos sobre o crescimento das empresas no período 1998-2000 em praticamente todos os países. Em especial, o fato de a firma inovar no Brasil acelera sua taxa de crescimento em 20,4%, resultado maior que em países como Alemanha (11,4%), França (9,4%), Espanha (12,2%) e Portugal (17,4%). Também vale destacar o impacto indireto, via inovação, que as atividades de P&D têm sobre o crescimento das empresas brasileiras. O crescimento da empresa pode ser acelerado entre 10 e 30% a partir de um aumento no esforço de P&D/faturamento de 1%.

Palavras-chave: Impactos da inovação tecnológica, pesquisas de inovação, comparações internacionais.

Área Anpec: 8 – Economia Industrial e da Tecnologia

Abstract

This paper brings two major contributions to the literature concerning the innovation impacts on firms' growth. The first one is to test a version of the Gibrat's law within the Crépon, Duguet and Mairesse (1998) framework, which deals with the possible endogeneity between R&D investments, innovation and firms' growth. The second contribution is to estimate the whole system for Brazil and seven European countries (Germany, France, Spain, Portugal, Hungary, Slovak Republic and Lithuania). Technological innovation showed to be important to firm's growth in the 1998-2000 period in almost all countries, however, specially in Brazil innovation can spur firms' growth in 20.4%. This result is very impressive when compared to other countries, such as Germany (11.4%), France (9.4%), Spain (12.2%) and Portugal (17.4%). It is also worthy to mention the indirect impacts of R&D activities, through innovation, on firms' growth in Brazil. A Brazilian firm can grow 10 to 30% faster if it raises its R&D/turnover ratio in 1%.

Keywords: Innovation impacts, Innovation surveys, international comparisons.

JEL Codes: O31, O32, O33.

* Esse trabalho foi realizado no âmbito das pesquisas conduzidas pela DPTI-IPEA, sob direção de João Alberto de Negri e Lenita Maria Turchi. Toda a lide com os dados europeus foi realizada por Julio Raffo, pesquisador da universidade de Paris XIII. Os autores agradecem os comentários e sugestões de João De Negri, Fernanda De Negri, Julio Raffo, e o apoio estatístico de Patrick Alves e Eric Jardim. Os erros e omissões são de responsabilidade dos autores.

1. Introdução

A recente disponibilidade de dados sobre características microeconômicas de empresas no Brasil e no mundo tem motivado um amplo debate sobre quais seriam os determinantes microeconômicos do crescimento. Neste debate, tem sido freqüentemente avaliado o papel da inovação tecnológica no crescimento, investimento e produtividade das firmas industriais.

Nosso artigo traz duas contribuições ao este debate. A primeira é o teste de uma equação de crescimento de empresas a partir de um sistema de equações de acordo com a tradição iniciada por Crépon, Duguet e Mairesse (1998), doravante CDM, com o objetivo de corrigir o possível viés de seleção e a endogeneidade entre investimentos em P&D, inovação e desempenho das empresas. A segunda contribuição é a estimativa deste sistema para não apenas um país, e sim para o Brasil e mais sete países europeus (Alemanha, França, Espanha, Portugal, Hungria, Eslováquia e Lituânia), a fim de garantir uma perspectiva comparada dos nossos resultados. Para isto, utilizamos os dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica da indústria brasileira de 2000 (Pintec, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE) e das bases microagregadas da *Community Innovation Survey* (CIS3), disponibilizadas pelo Escritório de Estatísticas da União Européia (Eurostat). Em ambos os casos, as informações se referem ao período 1998-2000.

A partir da estrutura CDM, a literatura internacional tem indicado que a inovação afeta tanto o nível de produtividade quanto o seu crescimento, seja a produtividade mensurada pelo valor agregado por trabalhador ou pela produtividade total dos fatores (PTF).¹ Estes resultados são válidos para diversos países, sobretudo desenvolvidos. Além da estrutura CDM, Freel (2000) divide uma amostra de firmas inglesas em categorias de crescimento de vendas, emprego e lucratividade e mostra que as firmas inovadoras obtêm melhor desempenho que as não-inovadoras nos quartis superiores do crescimento de vendas e emprego. Por sua vez, Calvo (2006) testa a lei de Gibrat e sua relação com inovação tecnológica para um painel de firmas espanholas entre 1990 e 2000. Este autor encontrou que a inovação afeta tanto o crescimento do emprego nestas firmas quanto a própria probabilidade de sobrevivência da firma no período em análise.

No Brasil, estudos microeconômicos têm conseguido captar a importância da inovação tecnológica para o desempenho das firmas em um contexto de estrutura industrial heterogênea. A partir da estrutura CDM, De Negri, Esteves e Freitas (2007) mostram que os investimentos em P&D influenciam a acumulação de capital físico entre 2000 e 2003, sugerindo uma complementaridade entre estas modalidades de investimento. Especificamente, o fato de uma firma ter investido em P&D aumentou entre 17% e 21% os investimentos em capital físico das empresas brasileiras no período, com os maiores impactos registrados entre as empresas grandes, enquanto Goedhuys (2007) mostrou que as atividades inovativas impactam positivamente o crescimento da PTF. Visto isso, procuramos responder a três perguntas básicas:

- (i) A inovação tecnológica é importante para explicar, no curto prazo, o crescimento da firma?
- (ii) Caso positivo, há uma relação entre P&D e crescimento das empresas mediada pela inovação?
- (iii) A intensidade dos possíveis efeitos da inovação guarda relação com o tamanho da firma?

¹ Para uma competente revisão acerca dos principais resultados da literatura CDM, veja Hall e Mairesse (2006).

O restante do artigo está disposto da seguinte forma. Na próxima seção, é discutida a lei de Gibrat e a estratégia empírica de estimação. Na terceira seção são apresentadas as características dos dados e algumas estatísticas descritivas por quartis de crescimento. Na quarta seção, são discutidos os resultados obtidos e suas implicações. Por fim, na quinta e última seção estão os comentários finais, limitações e possíveis extensões da nossa análise.

2. A Lei de Gibrat e as estratégias empíricas

Na literatura econômica sobre crescimento de empresas, é muito comum a discussão acerca da validade da chamada lei de Gibrat, atribuída ao economista francês Robert Gibrat (1904-1980). A lei de Gibrat propõe que o processo de crescimento de uma empresa pode ser representado por um passeio aleatório. Em outras palavras, segundo a lei de Gibrat o crescimento das empresas e o tamanho inicial são independentes. Do ponto de vista econométrico, testar a lei de Gibrat equivaleria a estimar a equação:

$$\ln S_t = \beta_1 \ln S_{t-1} + \varepsilon_t, \text{ ou mesmo}$$

$$\ln G_t = \beta_2 \ln S_{t-1} + \nu_t,$$

e testar se $\beta_1 = 1$ ou $\beta_2 = 0$, onde S_t indica as vendas no período t , G_t é a taxa de crescimento da empresa entre t e $t-1$ e ε_t e ν_t são erros i.i.d. com média zero e variância finita.

A lei de Gibrat tem sido constantemente rejeitada pela literatura empírica, ao menos em sua versão original. No entanto, Simon e Bonini (1958) elaboraram uma versão fraca da lei de Gibrat, de acordo com a qual esta somente seria válida dentro de uma indústria a partir de uma determinada escala de produção, em que vigorassem retornos constantes de escala. Em patamares abaixo desta escala eficiente, ou seja, para pequenas firmas, o crescimento dependeria do tamanho, uma vez que firmas menores tendem a operar em regiões de retornos crescentes de escala. Desta forma, não são raras as aplicações da equação de Gibrat por faixa de tamanho ou a partir de especificações *translog*, em que são permitidas não-linearidades e interações do tamanho inicial com outras variáveis.

Nossa especificação da equação de Gibrat, baseada em Calvo (2006), busca capturar a importância dos *outputs* de inovação tecnológica para o crescimento de curto prazo. Para isso, buscamos três versões: a primeira incorpora a probabilidade de inovar em produto ou em processo; a segunda, as probabilidades isoladas e a conjunta de inovação de produto e processo; e a terceira, a parcela do faturamento da empresa que deriva da inovação tecnológica. A vantagem da primeira e da segunda versão é que elas permitem estimar diretamente não apenas a direção como as elasticidades da inovação de cada um dos tipos de inovação sobre o crescimento da empresa, enquanto que na terceira versão, por esta utilizar variáveis contínuas, pode-se empregar uma especificação *translog* e verificar se as empresas maiores se beneficiam mais dos impactos positivos da inovação que as empresas pequenas. Econometricamente, as equações são as seguintes:

$$\ln G_{2000i} = f(\ln size_{1998i}, (\ln size_{1998i})^2, \hat{p}(inova_i), dtech_ml_i, dtech_mh_i, dtech_h_i) \quad (1)$$

$$\ln G_{2000i} = f(\ln size_{1998i}, (\ln size_{1998i})^2, \hat{p}(inpdt_i), \hat{p}(inpcs_i), \hat{p}(inpdt_inpcs_i), dtech_ml_i, dtech_mh_i, dtech_h_i) \quad (2)$$

$$\ln G_{2000i} = f(\ln size_{1998i}, (\ln size_{1998i})^2, \ln tur\hat{ni}_i, (\ln tur\hat{ni}_i)^2, (\ln tur\hat{ni}_i) * (\ln size_{1998i}), dtech_ml_i, dtech_mh_i, dtech_h_i) \quad (3)$$

As equações (1), (2) e (3) correspondem a estimativas FGLS com correção para a heteroscedasticidade, e as variáveis nestas equações são as seguintes:

- $\ln G_{2000i}$ é o logaritmo natural (doravante log) da razão entre os faturamentos da firma i em 2000 e 1998;
- $\ln size_{1998i}$ é o log do faturamento em 1998;
- $\hat{p}(inova_i)$, $\hat{p}(inpd_t_i)$, $\hat{p}(inpcs_i)$, $\hat{p}(inpd_t_inpcs_i)$ são as probabilidades estimadas da firma i inovar, seja em produto ou em processo; as probabilidades isoladas de inovar em produto ou em processo e a probabilidade conjunta de inovar em produto e processo, respectivamente;
- $\ln tur\hat{n}_i$ é o log estimado da participação do produto novo na receita da firma;
- $dtech_ml_i$, $dtech_mh_i$, $dtech_h_i$ são *dummies* que indicam se a firma pertence a um setor de média-baixa, média-alta ou alta tecnologia, tal como em Calvo (2006). O tradutor CNAE (Brasil) ou NACE (países europeus)/intensidade tecnológica é fornecido pelo IBGE.²

Há outra particularidade a respeito da lei de Gibrat, apontada por Jovanovic (1982). A hipótese de Jovanovic se relaciona à possibilidade das firmas mais jovens crescerem a taxas mais elevadas, de forma que $\frac{d \ln G}{d \ln A} < 0$. Como não dispusemos da idade da firma para os países europeus, não foi possível testar a hipótese de Jovanovic para estes países. A fim de manter as mesmas estratégias empíricas para todos os países, optamos por não incluir esta variável nos modelos para o Brasil (único país para o qual dispúnhamos de uma variável *proxy* para a idade).³

Todavia, a fim de verificar se a retirada da variável idade da firma implicaria em algum viés na avaliação dos impactos da inovação sobre o crescimento, efetuamos estimativas com a inclusão desta variável, para o Brasil. Em primeiro lugar, verificamos que a hipótese de Jovanovic não foi verificada em uma especificação *translog* para o Brasil, uma vez que os coeficientes referentes à idade foram todos não significativos. Em segundo lugar, os coeficientes do modelo sem idade praticamente não se alteraram.⁴

No Brasil, em torno de 90% do esforço de inovação materializado em gastos em P&D é realizado com recursos da própria firma. Nos países europeus, mesmo entre os mais desenvolvidos, a maior parte do P&D também é financiada com recursos próprios, ainda que aproximadamente 30% das firmas contem com algum apoio governamental direcionado para inovação. Estes números sugerem que existe provável endogeneidade entre P&D, inovação e crescimento das empresas.

A modelagem CDM, que empregamos para resolver este possível problema de endogeneidade, parte da abordagem original de Griliches (1979). Esta abordagem sugere que existe uma função de produção do conhecimento em que as atividades inovativas como P&D são insumos da inovação, e a inovação de produto ou processo são os resultados da acumulação de conhecimento por parte da firma.

² Em verdade, tanto a CNAE (Classificação Nacional de Atividade Econômica) quanto a NACE (*Statistical Classification of Economic Activities in the European Community*) correspondem à SIC (*Standard Industrial Classification*). O tradutor destas classificações para intensidade tecnológica pode ser encontrado em

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/empresas/comentario2003.pdf>.

³ Cabral e Mata (2003) empregam o tempo de casa do funcionário mais antigo como *proxy* para a idade da firma. A variável que empregamos não é exatamente esta, mas foi construída a partir de um algoritmo que relaciona o tempo de casa do funcionário mais antigo com a verdadeira idade da firma. Para maiores detalhes a respeito deste algoritmo, veja Costa *et al.* (2006).

⁴ Por limitação de espaço, estes resultados estão disponíveis sob solicitação.

Assim, P&D não afeta diretamente o desempenho da firma, mas através de seus resultados em termos de inovação. O que a modelagem CDM originalmente propõe é um sistema de equações em 3 estágios em que no primeiro estágio são tratados simultaneamente a decisão e o montante investido em P&D, no segundo estágio são estimados os resultados do P&D em termos de inovação e no terceiro estágio, o impacto da inovação sobre a produtividade. O que propomos neste artigo é uma abordagem muito semelhante, porém, no terceiro e último estágio do sistema lidamos com uma formulação da equação de Gibrat, como mostrado nas equações (1), (2) e (3). Para efeito de comparação, estimamos também as equações de Gibrat por FGLS diretamente, ou seja sem correção pela endogeneidade.

Assim, no primeiro estágio das nossas estratégias empíricas, a partir da modelagem consagrada por Heckman (1979), estima-se o seguinte sistema:

$$\begin{cases} drdeng_i = \Phi(f(comp_i, mktshare_i, funpub_i, groupfg_i, size_{2i}, size_{3i}, \mathbf{Dsct}_i)) \\ rdinx_turn_i = f(comp_i, coop_i, mktshare_i, funpub_i, groupfg_i, dpull_i, tech_push_i, \\ cst_push_i, size_{2i}, size_{3i}, Mills^{-1}, \mathbf{Dsct}_i) \end{cases} \quad (4)$$

O sistema é estimado por procedimentos de máxima verossimilhança ou em dois estágios, quando não é possível se atingir a convergência no processo de estimação.⁵ No sistema (4), as variáveis são as seguintes:

- $drdeng_i$ é uma variável *dummy* que indica se a empresa desenvolveu atividades contínuas de P&D entre 1998 e 2000;
- $rdinx_turn_i$ é a razão P&D/faturamento da firma i , no ano 2000;⁶
- $comp_i$ é uma variável que indica qual o principal mercado da empresa. Assume valor 1 se entre 1998-2000 o principal mercado da empresa foi o internacional, e 0 caso contrário;
- $mktshare_i$ é o *market share* da firma i em 1998, avaliado a CNAE/NACE a 2 dígitos;
- $groupfg_i$ é uma variável *dummy* que indica se a firma faz parte de algum grupo transnacional;
- $funpub_i$ é uma variável *dummy* que indica se a firma recebeu ou não suporte público para suas atividades inovativas;
- $size_{2i}, size_{3i}$ são *dummies* que indicam se a firma pertence respectivamente às categorias de tamanho 2 e 3 do Eurostat. Enquadram-se na categoria 2 firmas entre 50 e 250 empregados e na categoria 3 firmas com mais de 250 empregados;
- $coop_i$ é uma variável *dummy* que indica se a empresa cooperou, entre 1998-2000, com institutos de pesquisa, universidades ou laboratórios de P&D para desenvolver inovação;

⁵ De fato, para apenas 3 países de nossa amostra – os do leste europeu - precisamos recorrer ao procedimento de estimativa em dois estágios.

⁶ Algumas dúvidas podem surgir acerca da validade da utilização desta variável no ano 2000 enquanto quase todas as outras se referem ao período 1998-2000 ou ao ano 1998. Há duas razões para esta opção. A primeira é que nem a CIS3 tampouco a Pintec 2000 têm em seu questionário a pergunta referente aos gastos em P&D para o ano de 1998; e a segunda é que, diante disso, o gasto em P&D de 1998 pode ser aproximado pelo gasto em P&D de 2000 naquelas firmas que o investimento em P&D é contínuo. A suposição básica é que, uma vez tomada a decisão de investir continuamente em P&D, a volatilidade destes investimentos é baixa. Desta forma, a variável P&D/faturamento em 2000 consiste em uma boa *proxy* para o P&D/faturamento de 1998. Para uma problemática semelhante, porém referente ao estoque de capital, veja Griliches e Mairesse (1981).

- $dpull_i, tech_push_i, cst_push_i$ são variáveis entre 0 e 1 que buscam representar a intensidade da motivação para inovação proveniente da demanda, das oportunidades tecnológicas, e da motivação para redução de custos, respectivamente.⁷
- $Mills^{-1}$ é a variável correspondente à inversa de Mills, que na modelagem proposta por Heckman é responsável por corrigir o viés de seleção, decorrente do fato que a maioria das firmas não investe em P&D.
- **Dsct_i** é a matriz de controles setoriais CNAE/NACE a 2 dígitos.

Uma vez que as variáveis de inovação são diferentes nas versões (1), (2) e (3) da equação de Gibrat, as formas de estimação das equações do segundo estágio associadas a estas versões são diferentes. No segundo estágio associado à versão (1), estimamos um modelo probit para o fato de a firma ter inovado no período 1998-2000. Na equação associada à versão (2), estimamos um probit bivariado para inovação de processo e produto. A vantagem do probit bivariado é que, ao invés de estimar probits isolados para a probabilidade de a firma ter inovado em processo ou em produto, ambas as probabilidades de inovação são tratadas conjuntamente em um sistema, de forma a nos fornecer como *output* do processo de estimação a probabilidade conjunta de inovação em produto e em processo. Por fim, no segundo estágio associado à versão (3) da equação de Gibrat estimamos um modelo FGLS para uma transformação logística da participação do produto inovador na receita da firma.⁸ As equações de segundo estágio associadas às equações de Gibrat são, portanto, as seguintes:

$$inova_i = \Phi f(rdin\hat{x}_turn_i, dpull_i, tech_push_i, invta_i, groupfg_i, size_{2i}, size_{3i}, \mathbf{Dsct}_i) \quad (5)$$

$$\begin{cases} inpd_t_i = \Phi f(rdin\hat{x}_turn_i, dpull_i, tech_push_i, groupfg_i, size_{2i}, size_{3i}, \mathbf{Dsct}_i) \\ inova_i = \Phi f(rdin\hat{x}_turn_i, dpull_i, tech_push_i, invta_i, groupfg_i, size_{2i}, size_{3i}, \mathbf{Dsct}_i) \end{cases} \quad (6)$$

$$\lambda_i = \Phi f(rdin\hat{x}_turn_i, dpull_i, tech_push_i, invta_i, groupfg_i, size_{2i}, size_{3i}, \mathbf{Dsct}_i) \quad (7)$$

Nas equações (5), (6) e (7) acima, as variáveis são as seguintes:

- $rdin\hat{x}_turn_i$ é a razão P&D/faturamento estimada pelo sistema (4);
- $invta_i$ é a razão investimento da empresa ativos tangíveis/faturamento, no ano 2000;⁹
- $dpull_i, tech_push_i, groupfg_i, size_{2i}, size_{3i}, \mathbf{Dsct}_i$ são como definidos anteriormente.

⁷ Mais especificamente, a variável $dpull_i$ é construída a partir da fórmula $(eenv+estd+scli)/9$, onde $eenv$, $estd$ e $scli$ são variáveis em escala de Likert entre 0 e 3 que indicam a importância atribuída à adequação a padrões ambientais e de segurança e à parceria com clientes como fonte para a inovação. De maneira análoga, foram construídas as variáveis $tech_push_i$ e cst_push_i a partir das fórmulas $(Suni_gmt+spro)/6$ e $(eflex+ecap+elbr+emat)/12$. Na primeira fórmula, $Suni_gmt$ indica a importância atribuída a universidades e institutos de pesquisa e $spro$ a importância de consultores, jornais especializados e congressos como fonte para inovação, enquanto que na segunda fórmula, $eflex$, $ecap$, $elbr$, $emat$ indicam a importância da inovação sobre a flexibilidade produtiva, sobre a capacidade de produção, sobre a economia de mão-de-obra e materiais, respectivamente.

⁸ A intenção de aplicar a transformação logística $\lambda_i = \log\left(\frac{turnin_i}{1 - turnin_i}\right)$ foi transformar a variável $turnin_i$ truncada entre 0

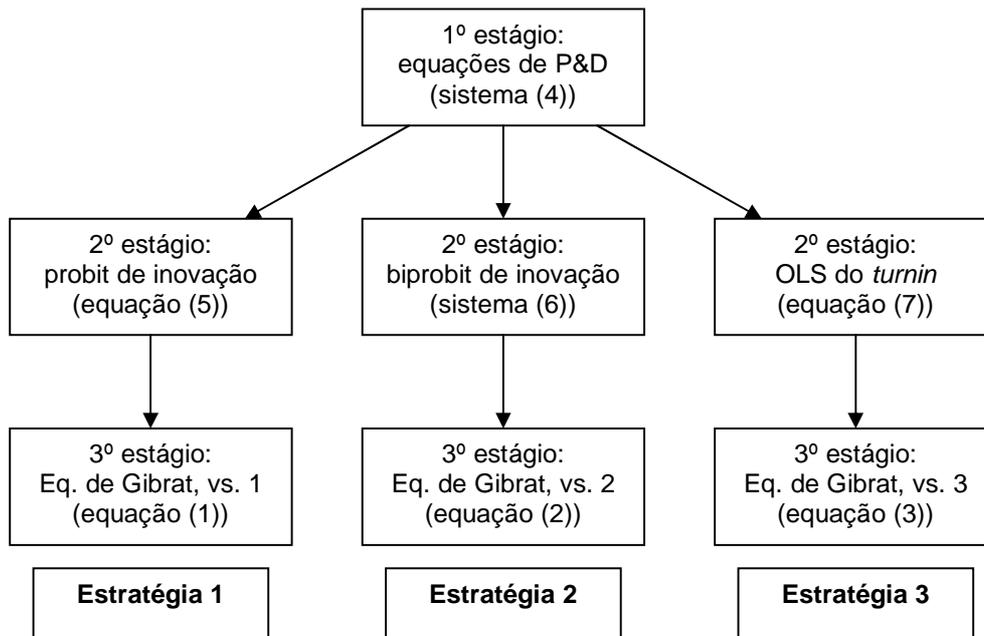
a 1 em uma variável entre $-\infty$ a $+\infty$, com o objetivo de melhorar o ajuste do modelo FGLS e não precisar utilizar a modelagem Tobit, supostamente menos eficiente. Porém, na terceira versão da equação de Gibrat é incorporada a variável

“destranformada”, isto é, $turn\hat{in}_i = \frac{\exp(\lambda_i)}{1 + \exp(\lambda_i)}$, em que λ é o *output* estimado do modelo (7).

⁹ As razões para utilizarmos o investimento em 2000 são as mesmas constantes na nota de rodapé 6.

Nossas estratégias empíricas podem ser resumidas no esquema 1. Temos uma equação que modela a decisão em investir em P&D e o montante investido no primeiro estágio, que é comum a todas as estimativas seguintes. No segundo estágio, temos as estimativas referentes às equações (5), (6) e (7) apresentadas anteriormente. Por fim, no terceiro e último estágio são modelados os impactos da inovação tecnológica sobre o crescimento do faturamento da firma entre 1998 e 2000, de acordo com diferentes medidas de inovação.

Esquema 1: Resumo das estratégias empíricas



3. Crescimento e inovação tecnológica: características dos dados e estatísticas descritivas

A fim de contextualizar as estimações contidas neste trabalho, são apresentadas nas Tabelas 1 e 2 algumas informações a respeito de cada um dos países, referentes, respectivamente, a suas economias e capacitações tecnológicas. Assim, pode-se observar, em termos do tamanho de cada economia (primeira coluna da Tabela 1), certa preponderância da Alemanha e da França, com Brasil e Espanha em posição intermediária, seguidos então pelos demais. Porém, no que tange ao Produto Interno Bruto (PIB) per capita (terceira coluna), o Brasil se posiciona à frente apenas da Lituânia.

Bastante relevante para este trabalho é a informação acerca da média do crescimento do PIB ao longo do período que abrange 1998 e 2000 – justamente aquele compreendido pelas estimações que serão apresentadas. Nota-se que o Brasil apresenta a menor média de toda a amostra, enquanto as maiores são observadas nas economias húngara e espanhola.

Por sua vez, a Tabela 2 apresenta algumas informações que ajudam a ilustrar a dotação de capacidades tecnológicas de cada economia. No que se refere à participação de produtos com alto conteúdo tecnológico no total de exportações da indústria de transformação, à publicação de artigos em jornais técnicos e científicos, e ao percentual do PIB destinado aos investimentos em P&D, nota-se o Brasil ocupando uma posição intermediária na amostra. Contudo, o país apresenta o menor número com relação à quantidade de pesquisadores em P&D por milhão de pessoas.

Tabela 1: Características gerais dos países compreendidos pela amostra: economia (2000)

Países	PIB ^a	Cresc. do PIB ^b	PIB/capita ^c	Indústria/PIB ^d
Alemanha	1.870,28	2,29	22.750	30,76
Brasil	601,73	1,77	3.538	27,97
Espanha	561,76	4,26	13.871	30,19
França	1.308,40	3,47	22.217	25,48
Portugal	106,46	3,92	10.405	29,99
Eslováquia	20,22	2,57	3.750	30,31
Hungria	46,67	4,74	4.655	33,10
Lituânia	11,38	3,17	3.247	30,86

^a Em bilhões de dólares.

^b Crescimento médio do PIB entre 1998 e 2000, em %.

^c Em dólares.

^d Percentual do valor agregado da indústria no PIB.

Fonte: World Development Indicators 2005.

Tabela 2: Características gerais dos países compreendidos pela amostra: tecnologia (2000)

Países	Exportações - alta tecnologia ^a	Artigos Científicos ^b	P&D/PIB ^c	Pesquisadores em P&D ^d
Alemanha	17,71	43.440	2,49	3.137
Brasil	18,61	6.195	1,04	324
Espanha	7,64	14.776	0,94	1.893
França	24,25	30.960	2,18	2.922
Portugal	6,38	1.813	0,80	1.652
Eslováquia	4,08	1.007	0,65	1.847
Hungria	26,42	2.292	0,80	1.437
Lituânia	4,16	262	0,59	2.219

^a Percentual das exportações com alto conteúdo tecnológico no total exportado pela indústria de transformação.

^b Quantidade de artigos publicados em jornais técnicos e científicos.

^c Percentual do PIB destinado aos investimentos em P&D.

^d Por milhão de habitantes.

Fonte: World Development Indicators 2005.

Os dados para os países europeus provêm do escritório de Estatísticas da União Européia (Eurostat) e correspondem à CIS3, enquanto os dados para o Brasil provêm da Pintec 2000, do IBGE. Há uma diferença fundamental entre as duas fontes de dados, uma vez que o Eurostat disponibiliza informações microagregadas, e não exatamente os dados das empresas. O processo de microagregação consiste em ordenar as variáveis quantitativas da CIS de acordo com o setor/tamanho e atribuir a cada conjunto de, no mínimo, três empresas o mesmo valor correspondente à média daquele grupo.

Como este procedimento é feito para cada variável quantitativa, de fato nenhuma linha do banco de dados corresponde a empresas existentes. Existem alguns trabalhos que discutem em que medida existe ou não o chamado viés de microagregação, que pode crescer com a heterogeneidade da amostra original. Contudo, como demonstra Jaumandreu (2005) ao comparar os resultados de uma série de modelos econométricos advindos da base original e da microagregada, tal viés não parece ser significativo nas aplicações econométricas.

Feitas estas considerações, no intuito de realizar uma análise mais clara a respeito da relação entre crescimento e inovação as firmas foram de início classificadas de acordo com os quartis

referentes à variável crescimento. Os resultados de determinadas estatísticas para cada quartil são apresentados nas Tabelas 3 e 4 para, respectivamente, as firmas brasileiras e européias.

Tabela 3: Características das firmas brasileiras, segundo classificação por quartis referentes à variável crescimento^a

Variáveis	Quartis			
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
Crescimento^b	-39	-2	26	130
Funcionários: <50^c	53	34	29	29
Funcionários: 50-250^c	39	50	54	55
Funcionários: >250^c	8	15	17	16
Intensidade de Inovação^{bde}	26	22	25	29
Inovadoras^c	36	43	50	50
Inovadoras - produto e processo^c	12	18	21	22
Inovadoras - somente produto^c	10	9	11	6
Inovadoras - somente processo^c	14	16	17	22
Investidoras em P&D^c	16	22	26	23
Intensidade de P&D^{be}	0,58	0,64	0,54	0,71
Número de firmas	1.455	1.851	1.934	1.768

^a Definido como: ((receita de 2000/receita de 1998) -1)*100.

^b Percentual médio.

^c Percentual de firmas.

^d Percentual da receita originado por produtos novos.

^e Condicionado a valores maiores que zero.

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Tabela 4: Características das firmas européias, segundo classificação por quartis referentes à variável crescimento^a

Variáveis	Quartis			
	Primeiro	Segundo	Terceiro	Quarto
Crescimento^b	-21	1	15	96
Funcionários: <50^c	71	64	61	66
Funcionários: 50-250^c	20	26	26	21
Funcionários: >250^c	9	6	9	6
Intensidade de Inovação^b	28	26	27	32
Inovadoras^c	36	45	53	49
Inovadoras - produto e processo^c	14	16	21	22
Inovadoras - somente produto^c	14	16	19	15
Inovadoras - somente processo^c	8	13	12	12
Investidoras em P&D^c	27	31	38	38
Intensidade de P&D^{be}	2,27	2,75	3,24	2,92
Número de firmas	4.200	3.804	3.898	4.311

^a Definido como: ((receita de 2000/receita de 1998) -1)*100.

^b Média.

^c Percentual de firmas.

^d Percentual da receita originado por produtos novos.

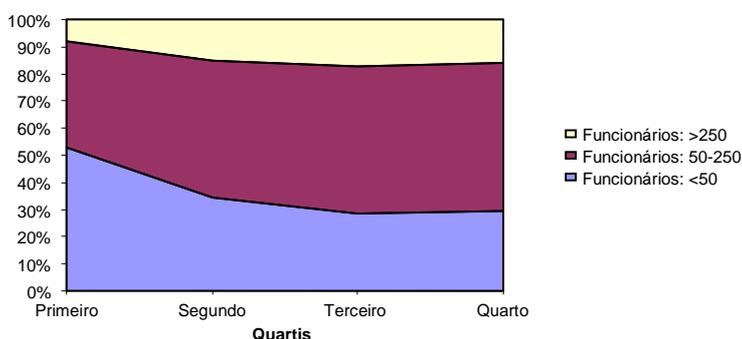
^e Condicionado a valores maiores que zero.

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Um primeiro resultado interessante refere-se à distribuição das firmas, ao longo dos quartis, segundo os seus tamanhos. No âmbito das empresas brasileiras, percebe-se, de um lado, uma diminuição na participação das firmas com menos de 50 funcionários ao longo dos quartis, e, de outro, o fenómeno inverso com aquelas de mais de 250 funcionários. Em outras palavras, a partir apenas destas informações descritivas, nota-se de início uma relação positiva entre crescimento e tamanho da empresa na indústria brasileira.

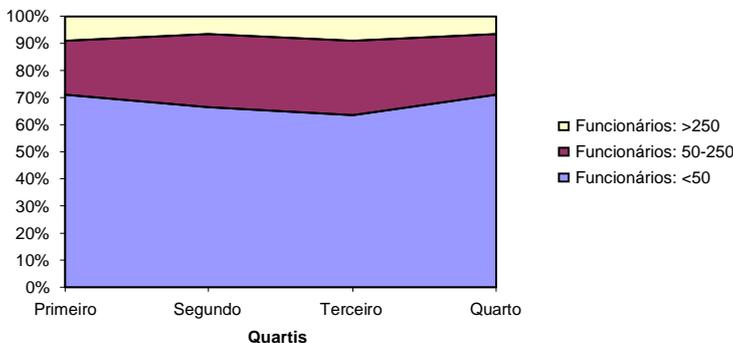
Porém, esta mesma relação não é tão clara para as empresas europeias. Realmente, a participação de cada faixa de tamanho em cada quartil sofre diversas oscilações, sugerindo certa aleatoriedade nestes percentuais. Os Gráficos 1 e 2 ilustram essas informações, respectivamente, para as empresas brasileiras e europeias.

Gráfico 1: Participações das empresas classificadas por porte, em cada quartil de crescimento - Brasil



Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Gráfico 2: Participações das empresas classificadas por porte, em cada quartil de crescimento - países europeus

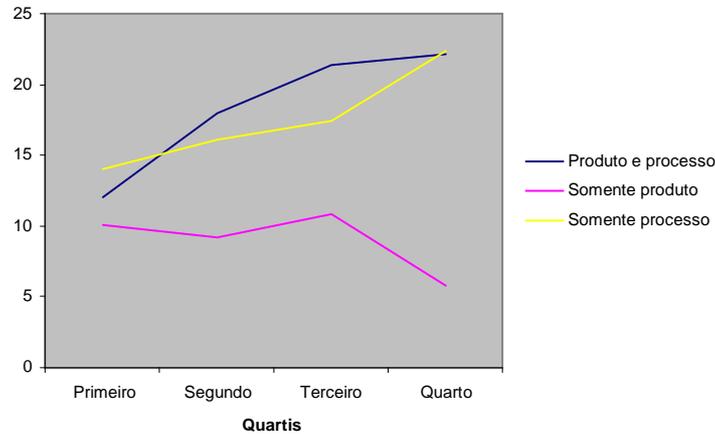


Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Os demais resultados referem-se ao processo inovativo, com variáveis representando tanto seus insumos quanto seus produtos. Os Gráficos 3 e 4 ilustram, respectivamente, para as firmas brasileiras e europeias, os dados referentes ao percentual de firmas inovadoras de produto e processo, apenas de produto e apenas de processo. Tanto para o caso brasileiro quanto para o europeu, percebe-se uma participação crescente das inovadoras de produto e processo. De fato, enquanto no primeiro quartil 12% das empresas brasileiras são classificadas como tais, este número é de 22% no último quartil. Os

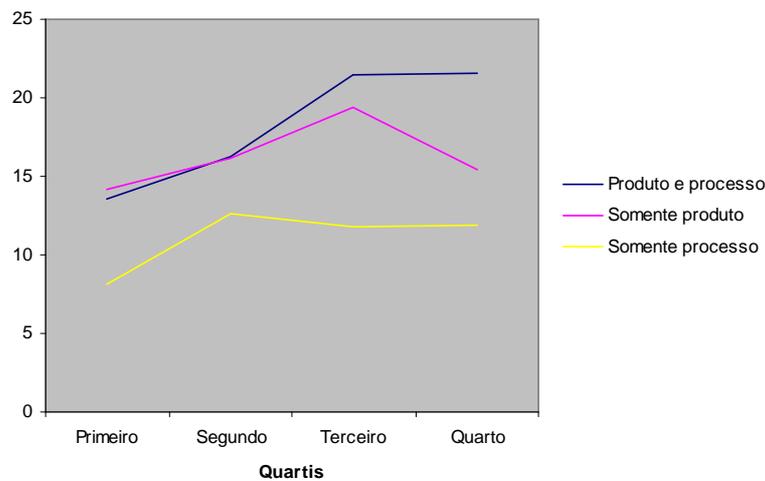
dados referentes às empresas europeias são bastante semelhantes: 14% e 22%, respectivamente. Dessa forma, percebe-se uma relação persistente entre crescimento e inovação de produto e processo¹⁰.

Gráfico 3: Percentuais de firmas inovadoras de produto e processo, apenas de produto e apenas de processo, em cada um dos quartis de crescimento – Brasil



Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Gráfico 4: Percentuais de firmas inovadoras de produto e processo, apenas de produto e apenas de processo, em cada um dos quartis de crescimento – países europeus

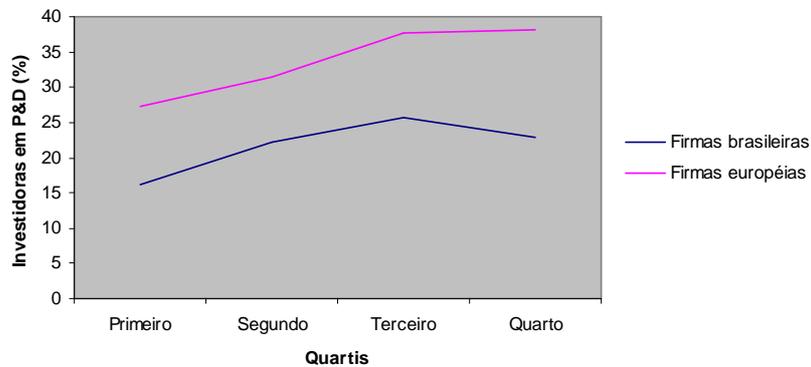


Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Por sua vez os Gráficos 5 e 6 ilustram os dados das Tabelas 1 e 2 acerca dos insumos do processo produtivo, ou seja, aqueles indicando os percentuais de firmas investidoras em P&D e a intensidade média destes investimentos (P&D/faturamento), em cada um dos quartis referentes à variável crescimento. Em ambos os gráficos, percebe-se uma tendência crescente das respectivas variáveis ao longo dos quartis, apesar deste comportamento ser muito mais evidente no caso das europeias.

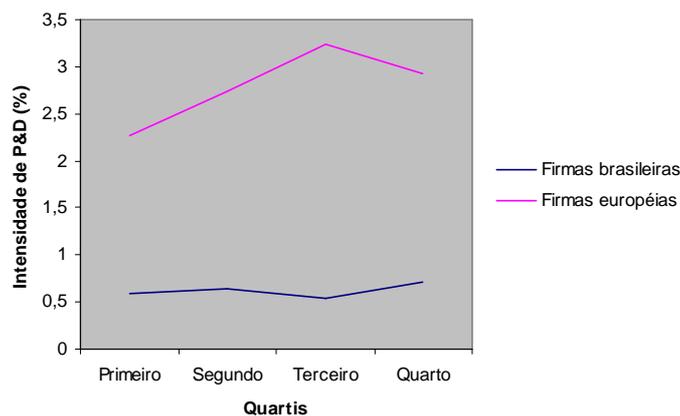
¹⁰ Por outro lado, essa mesma relação não é perceptível no caso da inovação somente de produto. Porém, dada a pequena amplitude de tempo abordada – realização da inovação entre 1998 e 2000, e crescimento ao longo deste mesmo período – estes casos parecem compreender inovações ainda não levadas ao mercado, ou mesmo aquelas cujos impactos nas vendas ainda não foram realizados.

Gráfico 5: Percentuais de firmas brasileiras e européias investidoras em P&D, em cada um dos quartis de crescimento



Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Gráfico 6: Intensidade média de P&D das firmas brasileiras e européias, em cada um dos quartis de crescimento



Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Portanto, algumas idéias acerca da relação entre crescimento e inovação podem ser esboçadas a partir destas estatísticas apresentadas. Primeiramente, observa-se uma relação positiva, na indústria brasileira, entre crescimento e tamanho da firma, evidência contrária à Lei de Gilbrat. Por outro lado, dentre o grupo de empresas européias não se observa um padrão de comportamento do crescimento entre as faixas de tamanho, sugerindo uma possibilidade de aplicação da Lei para este grupo.

Além disso, nota-se uma relação positiva entre inovação e crescimento, tanto para as firmas brasileiras quanto para as européias. Porém, esta relação parece mais consistente para as firmas que inovam tanto em produto quanto em processo, corroborando com a idéia de complementariedade entre ambos os tipos de inovação.

No âmbito dos insumos do processo inovativo, as firmas européias apresentam uma relação positiva entre crescimento e P&D – tanto em termos de percentual de firmas investidoras quanto em intensidade média. Porém, para as empresas brasileiras, esta relação positiva, apesar de observável, se mostra menos acentuada.

4. Crescimento e inovação tecnológica: resultados econométricos

A Tabela 5 traz os resultados tanto para o Brasil quanto para os demais países europeus da primeira estratégia empírica, ou seja, a correspondente às equações (5) e (1) no segundo e terceiro estágios, respectivamente. Por limitações de espaço, é apresentado apenas um quadro resumo com os coeficientes de interesse direto.¹¹ As duas primeiras colunas abrangem os parâmetros referentes à variável binária de inovação na equação de crescimento encontrados, respectivamente, por meio das estimações de (1), por FGLS, e do sistema compreendido por (4), (5) e (1), conforme abordado na seção 2. Já na terceira coluna vêm-se os efeitos marginais dos investimentos em P&D sobre a probabilidade da firma inovar, calculados por meio da estimação da equação (5) do sistema abordado. Finalmente, a última coluna apresenta as elasticidades estimadas do P&D sobre a taxa de crescimento. Esta elasticidade é encontrada a partir da aplicação da regra da cadeia, isto é, pelo produto do impacto marginal da inovação sobre o crescimento multiplicado pelo impacto na média do investimento de P&D sobre a probabilidade de inovação.

Analisando-se os efeitos da inovação sobre o crescimento das empresas, estimados por meio do sistema de equações, percebe-se que estes são positivos e significativos para todos os países. No âmbito do Brasil, nota-se que as firmas que inovam possuem, em média, taxas de crescimento 23% superiores às demais.¹² Os menores impactos são encontrados justamente nos países desenvolvidos: Alemanha (12%), França (10%) e Espanha (13%). Dessa forma, pode-se identificar um certo padrão nestes resultados, com os países em desenvolvimento apresentando impactos marginais da inovação sobre o crescimento das firmas superiores aos observados naqueles desenvolvidos.

Por outro lado, no que se refere aos efeitos marginais dos investimentos em P&D sobre a inovação, os parâmetros referentes a dois países, Eslováquia e Hungria, não se mostraram significativos. No caso brasileiro, nota-se que o aumento em um ponto percentual naquela variável aumenta em 50% a probabilidade das firmas inovarem – magnitude semelhante ao encontrado na Alemanha (47%), sendo o mais significativo o resultado observado para a Lituânia (194%). Assim, aquele padrão observado nos impactos da inovação sobre o crescimento não se observa nos efeitos marginais do P&D sobre a inovação.

De posse destes resultados, é possível se calcular, então, as elasticidades dos investimentos em P&D sobre as taxas de crescimento das firmas. No caso do Brasil, essa elasticidade é de 10,63%, inferior apenas à da Lituânia. Isto significa que um aumento no esforço de inovação da ordem de 1% , representando pela razão P&D/faturamento, acelera o crescimento desta empresa em 10,63%. As empresas portuguesas apresentam, então, uma elasticidade média de 6,59%, seguidas pelas alemãs (5,49%), espanholas (2,53%) e francesas (1,81%).

¹¹ No apêndice apresentamos a título de exemplo as estimativas referentes às estratégias empíricas 1 e 2, ou seja, aos conjuntos de equações (4), (5) e (1) e (4), (6) e (2) para o caso brasileiro. Contudo, ressaltamos que as estimativas de todas as estratégias para todos os países estão disponíveis sob solicitação.

¹² Todos os resultados referentes a variáveis *dummies* foram corrigidos a partir da transformação $(\exp(\beta)-1)$, necessária quando se regride variáveis em logs sobre variáveis *dummies*.

Tabela 5: Quadro-síntese dos resultados para cada país, a partir da estimação do modelo com apenas a variável binária de inovação

Países	Número de empresas ^a	FGLS ^b	Sistema ^b	P&D ^c	Elasticidades ^d
Alemanha	49.257	0,051***	0,114***	0,468***	5,49
Brasil	39.220	0,129***	0,204***	0,495***	10,63
Espanha	42.382	0,123***	0,122***	0,205***	2,53
França	24.512	0,054***	0,094***	0,191***	1,81
Portugal	15.618	0,157***	0,174***	0,366***	6,59
Eslováquia	3.254	0,268***	0,238***	0,021	-
Hungria	7.943	0,172**	0,207**	-0,012	-
Lituânia	1.651	0,153***	0,159***	1,935***	36,07

*** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%.

^a Número de empresas expandido a partir dos fatores de expansão das pesquisas, empresas com mais de 20 empregados.

^b Parâmetros estimados referentes à *dummy* inovação.

^c Efeito marginal médio estimado da variável P&D sobre a *dummy* inovação.

^d Elasticidades do P&D sobre a taxa de crescimento.

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

A Tabela 6 apresenta resultados semelhantes aos da tabela anterior, mas a partir das estimações utilizando, ao invés da variável binária de inovação, as três referentes às empresas inovadoras tanto de produto quanto de processo, apenas de produto e, finalmente, apenas de processo. A partir disso, com relação ao impacto da inovação nas taxas de crescimento das empresas, três padrões podem ser apontados. O principal deles é aquele encontrado em cinco dos oito países – Alemanha, Brasil, França, Hungria e Lituânia -, com acentuados impactos a partir da inovação somente de processo, seguido de um impacto menor da inovação de produto e processo e outro desprezível da inovação de produto¹³. Em seguida, tem-se o caso dos países ibéricos, com um maior impacto sobre as taxas de crescimento das firmas a partir das inovações somente de produto. Finalmente, tem-se a Eslováquia como único exemplo em que as inovações de produto e processo mostraram-se como de maior influência sobre o crescimento.

Por sua vez, no que se refere aos efeitos marginais dos investimentos em P&D sobre cada um dos tipos de empresas inovadoras, o comportamento dos resultados difere bastante entre os países, dificultando o estabelecimento de determinados padrões. De qualquer forma, nota-se, ao longo das três estimativas, efeitos marginais bastante acentuados no caso da Lituânia e, por outro lado, a não significância destes para os casos húngaro e eslovaco. Para as empresas brasileiras, verifica-se que o incremento de um ponto percentual nos dispêndios em P&D aumenta a probabilidade das firmas inovarem em produto e processo, somente em produto e somente em processo, respectivamente, em 11%, 2% e 30%.

Ainda, apresentamos na última coluna as estimativas das elasticidades dos investimentos em P&D sobre as respectivas taxas de crescimento. Da mesma forma que na especificação anterior, as firmas da Lituânia e do Brasil apresentam as maiores elasticidades da amostra. De fato, os resultados apontam, para as brasileiras, um aumento da taxa de crescimento em 30% para cada ponto percentual a mais investido em P&D. Este resultado é obtido de forma muito semelhante à equação anterior, porém, neste caso precisamos somar os impactos marginais dos investimentos em P&D sobre a probabilidade de inovar somente em produto, somente em processo e em produto e em processo conjuntamente.

¹³ Com relação a este resultado, veja nota 10.

Tabela 6: Quadro-síntese dos resultados para cada país, a partir da estimação do modelo com a variável binária de inovação segmentada em três categorias

Inovadoras						
Países	Produto e Processo			Somente Produto		
	FGLS ^a	Sistema ^a	P&D ^b	FGLS ^a	Sistema ^a	P&D ^b
Alemanha	0,063**	0,194***	0,230***	0,031	0,003	0,038
Brasil	0,189***	0,156***	0,111***	0,006	-0,203	0,018
Espanha	0,167***	0,187***	0,042***	0,099***	0,504***	0,000
França	0,053***	0,091***	0,056***	0,069***	0,007	0,043**
Portugal	0,133***	0,124***	0,046**	0,165**	0,571**	-0,024
Eslováquia	0,237***	0,483***	0,002	0,278***	0,12	0,036
Hungria	0,171	0,321*	-0,007	0,138	-0,229**	-0,079
Lituânia	0,195***	0,166**	0,146***	0,085	0,052**	0,226***

*** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%.

^a Parâmetros estimados referentes à *dummy* inovação.

^b Efeito marginal médio estimado da variável P&D sobre a *dummy* inovação.

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Tabela 6 (continuação):

Inovadoras				
Países	Somente Processo			
	FGLS ^a	Sistema ^a	P&D ^b	Elasticidades ^c
Alemanha	0,064*	0,438***	0,100*	9,01
Brasil	0,131***	0,828***	0,297***	29,59
Espanha	0,095***	0,000	0,125***	0,79
França	0,02	0,676***	0,052***	4,05
Portugal	0,174***	0,324***	0,18***	6,59
Eslováquia	0,29*	-0,323	0,003	-
Hungria	0,233**	0,934*	0,002	-
Lituânia	0,185*	0,995***	0,278***	34,31

*** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%.

^a Parâmetros estimados referentes à *dummy* inovação.

^b Efeito marginal médio estimado da variável P&D sobre a *dummy* inovação.

^c Elasticidades do P&D sobre a taxa de crescimento.

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Finalmente, um comentário a partir dos resultados sobre os efeitos do tamanho inicial sobre o crescimento da empresa. Em todos os países exceto na França, a lei de Gibrat pareceu ser rejeitada, uma vez que os coeficientes referentes aos termos $\log(\text{turn}_{1998})$ e $(\log(\text{turn}_{1998}))^2$ indicaram a presença de uma relação quadrática entre crescimento e tamanho inicial. Em especial, o coeficiente referente ao faturamento ao quadrado se mostrou positivo. Com respeito à interação entre tamanho inicial e inovação, na Alemanha, Lituânia e Portugal a inovação tecnológica pareceu ter mais impacto sobre as firmas menores, uma vez que a interação $\text{turn}_{in} * \text{turn}_{1998}$ se mostrou negativa e significativa, ao menos a 10%, para estes países. O único país que apresentou impactos da inovação positivos crescentes com o tamanho inicial foi a Eslováquia. No Brasil, na França e na Espanha não foi possível detectar nenhum padrão a este respeito.¹⁴

¹⁴ Mais uma vez, estes resultados estão disponíveis sob solicitação, por limitação de espaço.

5. Comentários finais

Neste artigo, empregamos três estratégias empíricas distintas a fim de avaliar, a partir de uma abordagem sistêmica, os impactos da inovação tecnológica sobre o crescimento de empresas.

Antes de comentar os resultados e suas implicações de política, vale comentar algumas limitações dos nossos resultados. Vale notar que o nosso artigo não propõe um teste definitivo da lei de Gibrat, uma vez que não dispusemos da variável idade para todos os países. O fato de isto não ter acarretado problemas para as estimativas brasileiras não implica necessariamente que o mesmo ocorrerá para os outros países. Além disso, seria preciso tratar de algum modo o viés de sobrevivência das firmas mais produtivas, problema comum em painéis de empresas. Por fim, os coeficientes dos impactos nos sistemas de equações podem não ser diretamente comparáveis porque as bases de dados são diferentes. A não convergência dos algoritmos de máxima verossimilhança nos países do leste europeu no sistema (4), e o conseqüente emprego de métodos de 2 estágios para estes países, pode colocar dúvidas sobre a comparabilidade dos resultados obtidos nos outros países com este conjunto.

Feitas estas considerações, os resultados indicam que no Brasil a inovação tecnológica apresenta impactos significativos sobre o crescimento das empresas, principalmente diante da perspectiva comparada que empregamos neste artigo. O padrão evidenciado pelo nosso exercício sugere a existência de retornos marginais decrescentes da inovação, uma vez que a inovação tecnológica pareceu impactar de forma mais intensa o crescimento das firmas situadas nos países relativamente menos intensivos em conhecimento. Neste sentido, as firmas brasileiras, a exemplo das empresas dos países do leste europeu, têm muito a ganhar investindo em inovação tecnológica.

Porém, o que chamam a atenção neste exercício é o papel que o P&D desempenha sobre a inovação tecnológica no Brasil e sobre o crescimento das empresas e que os impactos positivos da inovação tecnológica independem do tamanho da empresa. Este resultado está de acordo com outros artigos recentes sobre nosso país.

Por ser um país em desenvolvimento, poder-se-ia pensar que estratégias tecnológicas mais ativas - como investimentos em P&D - não teriam tanto impacto no Brasil, pelo menos em comparação com estratégias voltadas para a inovação a partir da compra de máquinas e equipamentos. Sem desprezar a importância da aquisição de tecnologia incorporada, é interessante notar que o crescimento da empresa pode ser acelerado entre 10 e 30% a partir de um aumento no esforço de P&D de 1%.

No entanto, uma limitação importante às recomendações sobre as estratégias tecnológicas que as empresas brasileiras deveriam adotar é o próprio conceito de P&D do manual de Oslo. Em outras palavras, o fato de P&D também afetar o crescimento de empresas em países tão díspares como o Brasil e Alemanha não indica que as estratégias de P&D nestes dois países devam ser as mesmas. Em verdade, mais estudos acerca da inovação nas empresas brasileiras – inclusive estudos de caráter qualitativo - são necessários a fim de se talhar as estratégias de inovação mais adequadas à realidade brasileira.

6. Referencias Bibliográficas

- CABRAL, L. M. B. e MATA, J. *On the Evolution of the Firm Size Distribution: Facts and Theory*. American Economic Review, Vol. 93 (4), pp.1075-1090, 2003.
- CALVO, J. *Testing Gibrat's Law for Small, Young and Innovating Firms*. Small Business Economics, Vol. 26 (1), pp. 117-123, 2006.
- COSTA, G., ALVES, P., BITTENCOURT, M., ARAÚJO, K. e DOYLE, H. Avaliação de uma Proxy para a Idade da Firma Utilizando Amostragem Complexa. *Texto para discussão IPEA 1240*, Brasília, 2006.
- CREPON, B., DUGUET, E., MAIRESSE, J. Research, innovation, and productivity: An econometric analysis at the firm level. *NBER Working Paper n. 6696*. 1998
- DE NEGRI, J., ESTEVES, L. e FREITAS, F. Knowledge production and firm growth in Brazil. *Micro Evidence on Innovation in Developing Economies Conference*, Maastricht, 2007.
- FREEL, M.S. *Do Small Innovating firms outperform non-innovators?* Small Business Economics vol 14 (3), pp. 195-210, 2000.
- GOEDHUYS, M. The impact of innovation activities on productivity and firm growth: evidence from Brazil. *UNU – MERIT Working paper series*, n.2007-2. Maastrich, 2007.
- GRILICHES, Z. *Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth*, Bell Journal of Economics 10, 92-116, 1979.
- GRILICHES, Z. e MAIRESSE, J. *Productivity and R and D at the Firm Level*. NBER Working Papers 0826, 1981.
- HALL, B. e MAIRESSE, J. “Empirical studies of innovation in the knowledge-driven economy”, *Economics of Innovation and New Tecnology* 15, pp. 289-299, 2006.
- HECKMAN, J. *Sample Selection Bias as a Specification Error*. *Econometrica*, Vol. 47 (1), pp. 153-161, 1979.
- JAUMANDREU, J. *Microdatos confidenciales y estimación econométrica: un análisis de los efectos de los MAP's*. Mimeo, Madrid, 2005.
- JOVANOVIC, B. *Selection and Evolution of Industry*. *Econometrica*, Vol. 50 (3), pp. 649-670, 1982.
- SIMON, H. e BONINI, C. *The Size Distribution of Business Firms*. American Economic Review, vol. 48 (4), pp. 607-617, 1958.

7. Anexo: estimativas das estratégias empíricas 1 e 2 para o Brasil

Tabela A.1 - Determinantes dos Investimentos em P&D (equação (4))

Equação de investimento	P&D/Faturamento		
	Coeficiente	Desvio-padrão	P
Competição	-0,162	0,087	0,064
Cooperação	0,125	0,055	0,023
Participação setorial	0,106	0,047	0,023
Financiamento público	0,373	0,085	0,000
Demand pull	0,111	0,093	0,233
Technology push	-0,005	0,089	0,953
Cost push	0,027	0,078	0,734
Funcionários: 50-250	-0,030	0,128	0,816
Funcionários: >250	0,206	0,157	0,189
Grupo estrangeiro	0,113	0,094	0,225

Equação de decisão	Coeficiente	Desvio-padrão	P
Competição	-0,028	0,094	0,768
Participação setorial	0,242	0,026	0,000
Financiamento público	0,473	0,066	0,000
Grupo estrangeiro	0,010	0,074	0,893
Funcionários: 50-250	0,144	0,091	0,116
Funcionários: >250	0,342	0,118	0,004

Número de observações	8.095
Censuradas	6.814
Não censuradas	1.281
Wald	225,74

Constantes e controles setoriais não reportados

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Tabela A.2a: Determinantes da Inovação – Estimação utilizando apenas a variável binária de inovação (equação (5))

	Inovação		
	Coeficiente	Desvio-padrão	P
P&D/Faturamento	1,241	0,293	0,000
Demand pull	7,314	0,355	0,000
Technology push	1,277	0,258	0,000
Investimentos/Faturamento	0,054	0,028	0,054
Grupo estrangeiro	-0,064	0,148	0,668
Funcionários: 50-250	-0,051	0,083	0,541
Funcionários: >250	-0,477	0,193	0,013

Número de observações	8.095
Wald	730,32
Pseudo R²	0,6168

Constante e controles setoriais não reportados

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Tabela A.2b: Determinantes da Inovação - Estimação por probit bivariado (equação (6))

Inovação de Produto			
	Coeficiente	Desvio-padrão	P
P&D/Faturamento estimado	0,562	0,189	0,003
Demand pull	2,128	0,131	0,000
Technology push	0,777	0,130	0,000
Grupo estrangeiro	0,247	0,093	0,008
Funcionários: 50-250	-0,034	0,069	0,625
Funcionários: >250	-0,136	0,131	0,233
Inovação de Processo			
	Coeficiente	Desvio-padrão	P
P&D/Faturamento	1,283	0,178	0,000
Demand pull	3,184	0,157	0,000
Technology push	0,617	0,118	0,000
Investimentos/Faturamento	0,089	0,023	0,000
Grupo estrangeiro	-0,287	0,120	0,017
Funcionários: 50-250	-0,034	0,062	0,583
Funcionários: >250	-0,461	0,119	0,000
Número de observações	8.095		
Wald	2.290,12		

Constante e controles setoriais não reportados

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Tabela A.3a: Determinantes do Crescimento da Firma – utilizando a variável binária de inovação (equação (1))

	Crescimento da Firma		
	Coeficiente	Desvio-padrão	P
Faturamento	-1,159	0,217	0,000
Faturamento ao quadrado	0,036	0,007	0,000
Inovação	0,129	0,029	0,000
Setores de média-baixa tecnologia	0,011	0,036	0,770
Setores de média-alta tecnologia	0,061	0,041	0,134
Setores de alta tecnologia	-0,007	0,062	0,906
Número de observações	7.072		
Teste F	9,980		
R²	0,0840		

Constante e controles setoriais não reportados

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.

Tabela A.3b: Determinantes do Crescimento da Firma – utilizando os valores previstos das variáveis de inovação (equação (2))

	Crescimento da Firma		
	Coeficiente	Desvio-padrão	P
Faturamento	-1,206	0,226	0,000
Faturamento ao quadrado	0,038	0,007	0,000
Inovação de produto e processo	0,156	0,055	0,004
Inovação de produto	-0,203	0,346	0,557
Inovação de processo	0,828	0,114	0,000
Setores de média-baixa tecnologia	0,040	0,037	0,289
Setores de média-alta tecnologia	0,200	0,068	0,003
Setores de alta tecnologia	0,072	0,073	0,320
Número de observações	7.072		
Teste F	9,130		
R²	0,0881		

Constante e controles setoriais não reportados

Fonte: elaboração dos autores a partir das bases citadas.