

IMPACTO DAS POLÍTICAS DE FOMENTO À INOVAÇÃO SOBRE O GASTO EM ATIVIDADES INOVATIVAS E EM ATIVIDADES DE P&D DAS EMPRESAS

Ana Paula Avellar¹

RESUMO

A política tecnológica representa, na atualidade, parte central da agenda econômica nos países desenvolvidos e nos países emergentes. Dentre os diversos tipos de políticas, destacam-se as políticas de fomento à inovação tecnológica das empresas, como os incentivos fiscais e os incentivos financeiros. Essa diversidade estimulou o desenvolvimento de estudos sobre a avaliação dos efeitos desses incentivos sobre o comportamento das empresas beneficiárias. Nesse contexto, o trabalho pretende realizar um exercício empírico de avaliação de impacto de três programas de incentivos fiscais e incentivos financeiros do Brasil, na realização de atividades inovativas e de atividades de P&D das empresas. Os casos selecionados para esse estudo são: um programa de incentivo fiscal, o Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI); um programa de incentivo financeiro reembolsável, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (ADTEN) e o um programa de incentivo financeiro não reembolsável, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT Cooperativo). Para capturar os efeitos no comportamento das empresas beneficiárias em relação às não-beneficiárias, quanto à decisão de gasto em atividades inovativas e em atividades de P&D, serão aplicados dois métodos: o *Propensity Score Matching* e o modelo de seleção em dois estágios.

Palavras-Chave: Inovação, Avaliação, *Matching*, Heckman.

ABSTRACT

Technology policies have been part of economical agenda in the developed countries as well as in the periphery. Among many kinds of policies, the ones aiming to stimulate technological innovation in companies are highlighted, as tax incentives and financial incentives. The generalized use of these incentives has culminated in a large international discussion questioning its effective capacity to stimulate (or not) the benefited companies. This work intends to develop an evaluating empirical exercise of three Brazilian programs of tax incentives and financial incentives to technological activities. This work intend to develop an evaluating empirical exercise of three Brazilian programs of tax incentives and financial incentives to technological activities, the Industrial Technological Developing Program (PDTI), National Fund for Scientific and Technological Development (FNDCT) and the Support Program for Technological Development of National Companies (ADTEN). In order to capture the effects of these programs on the behavior of benefited companies in relation to those which were not benefited, concerning the decision of expenses in technological activities and to innovative effort, two econometric methods will be applied the *Propensity Score Matching* and Two-stage Selection Model.

Key Words: Innovation, Evaluation, *Matching*, Heckman.

ÁREA ANPEC: Área 8 – Economia Industrial e da Tecnologia

Classificação JEL: 031, 038, C12, C31, H25.

¹ Professora do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia - anaavellar@ie.ufu.br

1. INTRODUÇÃO

A política tecnológica representa, na atualidade, parte central da agenda econômica nos países desenvolvidos e nos países emergentes, com o intuito de gerar ou ampliar capacidade tecnológica e incentivar não somente os investimentos privados, mas também a montagem da infra-estrutura que promova a interação e a transferência de tecnologia entre diferentes agentes, como universidades, institutos de pesquisa (público e privado) e empresas.

No Brasil, recentemente, esse tema vem ganhando destaque com a entrada em vigor da Lei de Inovação nº 10.793, promulgada em 2005, criada com o objetivo de fornecer incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica. Nesse ambiente, tem-se discutido também sobre as fragilidades da política tecnológica executada no país, dado o baixo volume de gasto em P&D realizados pelo país.

Com intuito de acelerar o desenvolvimento das atividades inovativas pode-se fazer uso de diversos instrumentos de política tecnológica como o incentivo fiscal às atividades inovativas e o incentivo financeiro, que por sua vez, possuem diversos formatos, sejam subsídios a projetos de pesquisa, financiamento via fundos financeiros, compras do setor público ou política de atração de Investimento Externo Direto em atividades intensivas em P&D.

Esse debate estimulou o desenvolvimento de diversos estudos, disponibilizando, na atualidade, uma extensa bibliografia dirigida à avaliação dos efeitos dos incentivos fiscais e incentivos financeiros sobre o comportamento das empresas beneficiárias e sobre a economia. Nesse sentido, autores como Leyden e Link (1993), Hall e Van Reenen (2000), Czarnitski *et al* (2004), Bloom *et al* (2002), Busom (1999), Wallsten (2000) entre outros, passam a analisar programas de incentivos fiscais e de incentivos financeiros à inovação com intuito de encontrar evidências empíricas que respondam uma pergunta central na avaliação: o gasto público é capaz de estimular o gasto privado em P&D? Ou seja, eles são complementares ou substitutos?

O intuito dessa discussão é identificar a existência de um fenômeno chamado “efeito *crowding out*” (efeito substituição), em que as empresas privadas simplesmente alocam recursos às atividades inovativas que já seriam previamente alocados, mesmo sem o incentivo do governo. Nesse caso, a política de fomento à inovação, seja qual for o instrumento executado, seria incapaz de estimular as empresas a aumentarem seu gasto em atividades inovativas, limitando-se a reduzir o custo dessas atividades. Por outro lado, se o programa público de incentivo à inovação estimula as empresas a gastarem em atividades inovativas um montante superior ao previamente alocado pode-se concluir que a intervenção do governo foi capaz de ampliar o gasto privado, constituindo-se assim o chamado “efeito *additionality*” (efeito alavancagem) pelo fato dos gastos públicos e privados não serem substitutos, mas sim estimularem um gasto privado maior do que aquele que seria realizado sem a presença de tal programa.

David *et al* (2000) aprofundam esse debate e fazem uma grande revisão da literatura internacional, considerando dois níveis de agregação: estudos macroeconômicos e microeconômicos. Grande parte desses estudos analisados testa a hipótese de que os fundos públicos geram “efeito *crowding out*” aos gastos privados. A tabela 1 a seguir sistematiza os resultados apresentados pelos autores.

Pode-se observar nessa tabela que ao se considerar que dos 14 estudos empíricos, realizados para a indústria, somente dois comprovam a presença de “efeito *crowding out*” entre gasto público e privado em P&D, ou seja, há predominância do “efeito *additionality*”, aumento de gasto privado estimulado pelo gasto público, com complementaridade entre esses gastos em atividades inovativas.

Considerando o nível de agregação por empresa os resultados são diferentes. Dos 19 estudos analisados pelos autores: nove encontram “efeito *crowding out*”, ou seja, a substituição entre o gasto público e privado, como por exemplo, o trabalho de Wallsten (1999); e dez encontram “efeito *additionality*”, compreendido como a presença de complementaridade entre gastos públicos e gastos privados, como por exemplo, o trabalho de Busom (1999). Destaca-se, entretanto, que a maioria desses estudos que identifica a presença de “efeito *crowding out*” (efeito substituição) concentra-se no comportamento das empresas atuantes nos Estados Unidos, principalmente, do setor de defesa desse país.

Tabela 1
Resumo dos Resultados obtidos a partir de diversos estudos econométricos sobre a relação entre investimento público e privado em Ciência e Tecnologia

	Relação de Substituição (<i>Crowding out</i>)	Relação de Complementaridade (<i>Additionality</i>)	Número Total de estudos	Complementares (<i>Additionality</i>) (%)
Nível de Agregação: Empresa				
Número de Estudos analisados	9	10	19	52,6
Dados dos EUA somente	7	5	12	41,7
Dados de outros países	2	5	7	71,0
Nível de Agregação: Indústria				
Número de Estudos analisados	2	12	14	85,7
Dados dos EUA somente	2	7	9	77,7
Dados de outros países	0	5	5	100
Total todos os níveis de agregação	11	22	33	66,6

Fonte : David *et al* (2000); Salazar *et al* (2002). Tradução da autora.

Diante desse resultado, o presente artigo tem como objetivo contribuir para esse debate ao avaliar o impacto de políticas de fomento à inovação no Brasil (incentivos fiscais e incentivos financeiros), identificando se o gasto público é capaz de estimular o gasto privado em atividades inovativas e em atividades de P&D. Para isso será realizada uma avaliação de impacto da amostra conjunta das empresas participantes dos seguintes programas: um programa de incentivo fiscal, o Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI); um programa de incentivo financeiro reembolsável, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (ADTEN) e o um programa de incentivo financeiro não reembolsável, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT Cooperativo).

O trabalho está organizado em cinco seções, incluindo essa. Na seção 2 são apresentados os dados utilizados. Na seção 3 apresentam-se a metodologia *Propensity Score Matching* e modelo de seleção em dois estágios a serem utilizados nesse estudo. Na seção 4 discutem-se alguns resultados da avaliação, com objetivo de identificar, a partir da aplicação dessas metodologias, se os referidos programas foram capazes de alterar o desempenho das empresas beneficiárias em relação a um grupo de empresas não-beneficiárias, no que se refere à decisão de gasto em atividades tecnológicas. Na seção 5 são apresentadas as considerações finais do trabalho e alguns apontamentos metodológicos para o desenvolvimento futuro da presente pesquisa.

2. APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Os dados utilizados neste estudo são resultados da integração de diversas bases com informações por empresa, sob coordenação do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Apenas com intuito de reapresentá-los, dentre as bases utilizadas destacam-se: Pesquisa Industrial Anual (PIA) e Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); base de dados de comércio exterior da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior (MDIC); Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE); e do Censo de Capitais Estrangeiros (CEB) do Banco Central do Brasil (BACEN), do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e da Base de Dados de Compras Governamentais do Ministério do Planejamento e Orçamento (MPO)². Essas bases de dados foram conectadas pelo CNPJ das empresas que constituem.

Foram utilizadas também informações fornecidas pela FINEP sobre a amostra de empresas que participaram dos programas FNDCT Cooperativo e ADTEN entre os anos 2000 e 2003. A amostra de empresas participantes do PDTI, por sua vez, foi construída a partir da PINTEC 2003, considerando as empresas que responderam³ que haviam tomado recursos públicos para realização de atividades inovativas, especificamente, através do programa de incentivos fiscais à inovação pela Lei nº 8.661/93.

O banco de dados é composto por uma amostra de aproximadamente 80 mil empresas industriais com mais de 10 pessoas ocupadas e de cinco milhões de trabalhadores que nelas trabalham. Estas empresas são responsáveis por aproximadamente 95% do valor adicionado na indústria brasileira.

Para a seleção da amostra, foram adicionadas as empresas industriais que participaram de todos os programas obtendo-se um total de 817 empresas. Desse total, 765 empresas participaram de apenas um deles (93,64%), 46 empresas participaram de dois programas (5,63%) e apenas seis empresas participaram dos três programas de apoio à inovação (0,73%). No entanto, estavam presentes na PINTEC somente 188 empresas do total de 817 empresas beneficiadas pelos programas.

Com intuito de se homogeneizar a amostra de empresas a serem analisadas, foram utilizados também alguns recortes na amostra total. Foram consideradas somente as empresas que na PINTEC 2003 respondem que são inovadoras ou que possuem algum projeto inovador inacabado. Os outros critérios foram: considerar empresas com pessoal ocupado menor que 30.000 funcionários, e um corte de 1% acima (99-100%) e abaixo (0-1%) na distribuição das empresas quanto à produtividade e ao gasto em marketing. Por meio desse recorte de pessoal ocupado eliminam-se empresas “*outliers*”, como Embraer e Petrobras, que por não possuírem empresas gêmeas seriam posteriormente excluídas quando da realização dos métodos econométricos.

² O IPEA não tem a posse física das informações utilizadas neste trabalho e, portanto, a realização de trabalhos como este só é possível devido às parcerias estabelecidas entre o IPEA, o IBGE, o MTE, o Bacen, o MPO, a SECEX/MDIC e a FINEP. O acesso às informações necessárias ao trabalho seguiu rigorosamente os procedimentos que garantem o sigilo de informações restritas. É importante lembrar que essas informações constituem a mesma base que foi utilizada para a construção do livro “Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras”, que apresenta um capítulo detalhado sobre a metodologia utilizada para a formação dessa base de dados integrada.

³ Essa pergunta se refere à questão número 156 do questionário da PINTEC 2003.

3. NOTAS METODOLÓGICAS

Para identificar se os programas de fomento à inovação (PDTI, ADTEN e FNDCT Cooperativo) são capazes de promover um aumento nos Gastos em Atividades Inovativas (GAI) e Gastos em Atividades de P&D (GPD); como sugeridos na maioria dos estudos internacionais anteriormente apresentados ou se provocam “efeito *crowding out*” nos gastos em atividade inovativas das empresas; foram utilizados dois procedimentos metodológicos: o *Propensity Score Matching* e o modelo de seleção em dois estágios (modelo de *Heckman*).

Como primeiro procedimento adotado, a técnica do *Propensity Score Matching* foi utilizada para identificar a ocorrência de impacto desses programas no desempenho tecnológico das empresas, medido pelo GAI e GPD, por ser considerada uma das metodologias mais apropriada para capturar tal efeito (FAHRENKROG *et al*, 2002). *Propensity Score Matching* é uma técnica para determinação quase-experimentos, baseada em algoritmos de pareamento de indivíduos pertencentes a grupos distintos com o objetivo de se julgar os efeitos de um determinado tratamento. A técnica consiste na realização de um modelo *Probit* sobre a variável de classificação das observações e posterior utilização das probabilidades estimadas ($\phi(X'\beta)$) para formação do grupo controle. Conforme apontado por Deheja & Wahba (1998), trata-se da inferência em amostras com viés de seleção em unidades não-experimentais onde somente algumas unidades no grupo não-experimental são comparáveis com as unidades que receberam o tratamento.

A variável dependente é definida como sendo a participação das empresas nos programas de fomento à inovação. Essa metodologia, com base em Aerts e Czarnitzki (2004) e Busom (1999), é constituída por quatro etapas a partir da montagem e da seleção da amostra de empresas beneficiárias previamente definidas.

O procedimento adotado para identificação do efeito dos programas PDTI, ADTEN e FNDCT Cooperativo constituiu-se nas seguintes etapas:

- (1) Teste de comparação de médias entre as empresas beneficiárias do tratamento e o amplo grupo de empresas da PINTEC 2003, não-beneficiárias dos programas, mas que se declararam na pesquisa serem inovadoras, em produto ou processo, ou possuírem projetos inovadores inacabados;
- (2) Estimação de um modelo probabilístico (*Probit*) para construção dos escores p_i e p_j no grupo (beneficiárias) e controle (não-beneficiárias), para identificar a probabilidade estimada da empresa ser, ou não, beneficiária dos programas;
- (3) Selecionar, com tal procedimento, para cada empresa beneficiária uma empresa não-beneficiária mais próxima, com objetivo de encontrar o grupo de controle mais ajustado possível, formado por empresas gêmeas às beneficiárias;
- (4) Após a realização do *matching*, realizou-se novamente o teste para comparação de médias entre os grupos balanceados.

As variáveis explicativas selecionadas para o modelo probabilístico foram:

$\ln PO$: Logaritmo do número de pessoas ocupadas na empresa, para capturar o efeito do tamanho da empresa na probabilidade de participar do programa público.

ln Idade: Logaritmo da idade da empresas, com intuito de capturar como a idade da empresa auxilia no seu comportamento inovador e na probabilidade de participar do programa de apoio à inovação.

Multis : *Dummy* para empresas multinacionais, com objetivo de capturar se a origem do capital é importante para explicar a participação da empresa no programa de apoio à inovação.

mktshare : Participação da receita da empresa no setor de atividade econômica, como indicador de competitividade nacional.

Exp_{t-2} : *Dummy* de Exportação da empresa, defasada em dois períodos, como indicador de competitividade internacional.

Solven : Grau de solvência da empresa, como variável de classe, foi utilizado como indicador financeiro da empresa. Foram definidas em quatro classes e as empresas foram agrupadas a partir do percentual de endividamento sobre a receita líquida;

γ_k : Setor de atividade econômica da empresa, a partir da CNAE com três dígitos.

α_j : Região de localização geográfica da empresa.

As variáveis dependentes, construídas a partir de critérios da PINTEC, que se baseia no Manual de Oslo (OECD, 2005) são:

Gastos com Atividades Inovativas (GAI): a soma de toda e qualquer atividade relacionada ao esforço da empresa em realizar inovação, como atividades de P&D, aquisição de máquinas e equipamentos, atividades de comercialização e treinamento.

Gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (GPD): a soma das atividades internas e externas de P&D, exclusivamente.

Especificando-se o modelo ajustado na forma:

$$\Phi^{-1}(\pi) = \beta_0 + \beta_1 \ln PO + \beta_2 \ln Idade + \beta_3 Multis + \beta_4 mktshare + \beta_5 Exp_{t-2} + \beta_6 solven + \gamma_k + \alpha_j$$

Após a formação do grupo de controle, com a realização do *matching*, pode-se identificar, pela comparação das médias, se o fato de participar dos programas de fomento à inovação do governo faz com que a empresa beneficiária realize mais gastos em atividades inovativas. Isso foi feito para os gastos em atividades inovativas (GAI) e para os gastos em P&D (GPD).

Como um complemento dessa análise, após o balanceamento através do *matching*, foi realizado uma regressão linear para identificar os determinantes dos GAI e, em específico, dos GPD, para assim, identificar a significância e a intensidade da variável indicadora de participação nos programas.

Dado que uma das maiores limitações do procedimento anterior está no fato de não eliminar o viés de seleção, caso ele esteja presente, realizou-se um segundo procedimento metodológico complementar, denominado de modelo de seleção em dois estágios, baseado em Heckman (1979) e utilizado por Busom (1999).

Heckman (1979) identificou que o problema da presença de viés de seleção nas informações pode ser decorrente tanto do processo de coleta das informações dos indivíduos quanto pelo desenho amostral da pesquisa. Esse modelo proposto faz uso de duas equações de regressão. Na equação de resultados (primeira equação) a variável que mede o impacto do programa é regredida contra um conjunto de variáveis de controle. Na segunda equação (equação de participação) é construído um modelo *Probit* que representa a equação explicativa da participação das empresas beneficiárias no programa (MADDALA, 1983).

Assim, o primeiro estágio desse modelo de seleção consiste na estimação de um modelo probabilístico para a variável dependente “ser ou não beneficiária dos programas de fomento à inovação”. O modelo *Probit* utilizado nesse segundo procedimento é o mesmo utilizado no procedimento anterior do *Propensity Score Matching* já descrito. Assim, com base nesse *Probit*, pode-se calcular a razão inversa de *Mills* para cada empresa da amostra analisada. O segundo estágio desse modelo trata-se da estimação de um modelo MQO para explicar os GAI e os GPD das empresas, sendo a razão inversa de *Mills* utilizada com uma das variáveis explicativas. Assim, o procedimento torna-se capaz de corrigir um possível viés de seleção na amostra, de modo que caso a razão inversa de *Mills* não apresente significância é um indicio de que não há viés de seleção.

Esse modelo sugere uma correção do viés atribuído ao problema da auto-seleção a partir do modelo básico com duas equações:

$$\begin{aligned} T_i^* &= z_i \gamma + \delta && \text{equação de decisão} \\ Y_i^* &= x_i \beta + \varepsilon && \text{equação de resultado} \end{aligned}$$

T^* é uma propensão não observada à seleção. Z é um vetor de variáveis explanatórias observáveis, que podem ser algumas características observáveis das empresas como seu tamanho e idade. δ é não observável. Formalmente, tem-se

$$Y = Y^* \cdot T(T^* > 0) = \begin{cases} 0 & \text{se } T^* \leq 0, \\ Y^* & \text{se } T^* > 0. \end{cases}$$

Ou seja, o indicador potencial Y^* e o indicador observado Y são iguais somente se a propensão do domicílio a ser selecionado na amostra é positiva ($T^* > 0$). Para os domicílios não selecionados na amostra, ($Y^* \leq 0$), Y^* não é observado e é igual a 0.

O problema da auto-seleção ocorre se os termos estocásticos do modelo, δ e ε , são correlacionados. Nesse caso, variáveis não observadas, relevantes na decisão de selecionar na amostra, são correlacionadas com as variáveis não observadas, relevantes na obtenção dos resultados.

O procedimento proposto por Heckman (modelo paramétrico) assume que δ e ε são normalmente distribuídas de forma conjunta:

$$\begin{pmatrix} \varepsilon \\ \delta \end{pmatrix} = N \left(\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_\varepsilon & \sigma_{\delta,\varepsilon} \\ \sigma_{\varepsilon,\delta} & 1 \end{pmatrix} \right)$$

A variância de δ é não identificável e fixada em 1. Sob essa hipótese, a segunda equação (19) (equação de resultados) para a variável dependente observável Y pode ser escrita como:

$$\begin{aligned} E(Y/x) &= E(Y^*/x, I^* > 0) = E(x\beta/x, I^* > 0) + E(\varepsilon, I^* > 0) \\ &= x\beta + E(\varepsilon/x, x^T\gamma > -\delta) \\ &= x\beta + \frac{\sigma_{\delta,\varepsilon}}{\sigma_\delta} \frac{\phi(z^T\gamma/\sigma_\varepsilon)}{\Phi(z^T\gamma/\sigma_\varepsilon)} \end{aligned}$$

onde $\phi(\cdot)$ é a função densidade da distribuição normal padrão e $\Phi(\cdot)$ é a correspondente função de distribuição. $\sigma_{\delta,\varepsilon}$ é a covariância entre δ e ε . Quando se utiliza MQO na segunda equação (equação de resultados), a estimativa $\hat{\beta}$ é, em geral, viesada no caso de estarmos em presença de uma variável omitida, onde a razão, conhecida por razão de *Mills*,

$$\frac{\phi(z^T\gamma/\sigma_\varepsilon)}{\Phi(z^T\gamma/\sigma_\varepsilon)}$$

é a variável omitida. Se a quantidade $\sigma_{\delta,\varepsilon}\phi(z^T\gamma)/\Phi(z^T\gamma)$ não for zero, os estimadores MQO são viesados. Se incluirmos essa variável omitida na regressão MQO da equação de resultados, de forma que

$$Y^* = x^T\beta + \frac{\phi(z^T\gamma/\sigma_0)}{\Phi(z^T\gamma/\sigma_0)} \frac{\sigma_{\delta,\varepsilon}}{\sigma_\varepsilon} + \varepsilon', \text{ a estimação por MQO é consistente.}$$

Os parâmetros do modelo podem ser estimados pelo seguinte procedimento em duas etapas:

1) Estimação de um modelo probabilístico:

$$P(T(T^* > 0|z) = 1) = \Phi(z\gamma)$$

utilizando todas as observações, ou seja, aquelas com $(T(T^* > 0|z) = 1)$ (os participantes do programa) e $(T(T^* > 0|z) = 0)$ (os não participantes do programa).

O modelo *Probit* pode ter a especificação mais simples:

$$\text{prob}(y_i = 1) = \Phi(X_i\beta) = \int_{-\infty}^{X_i\beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$$

Na etapa *Probit*, obtemos estimativas de $\gamma/\sigma_\varepsilon$ e utilizamos essas estimativas para obter a razão inversa de *Mills*.

2) Estimação de um modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

Utilizando somente as observações com $(I(I^* > 0|z) = 1)$ (os participantes do programa), para estimar a função de regressão

$$E(Y/x) = x^T\beta + \sigma_{\delta,\varepsilon}\phi(z^T\gamma)/\Phi(z^T\gamma)$$

por uma regressão de mínimos quadrados ordinários da variável observada Y sobre x e $\phi(z^T \hat{\gamma} / \Phi(z^T \hat{\gamma}))$, onde $\hat{\gamma}$ é a estimativa de γ na primeira etapa do procedimento.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA AMOSTRA CONJUNTA DE EMPRESAS

Para a seleção da amostra conjunta, foram somadas as empresas que participaram de todos os programas totalizando 817 empresas. Desse total de empresas, é importante recolocar, como já dito no item anterior, que 93% delas participaram somente de um programa (765 empresas), 5,7% participaram de dois desses programas e somente 0,7% das empresas participaram dos três programas simultaneamente, totalizando somente seis empresas beneficiárias. Porém, após o cruzamento com a base de dados da PINTEC, esse total de 817 empresas reduz para 188 o número de empresas a ser analisado. O conjunto selecionado de 188 empresas participantes dos programas de fomento à inovação, como mostra a tabela 2, o perfil médio das empresas participantes alcança, em termos de pessoal ocupado, um número em torno de 640 funcionários em média em 2003.

No que se refere ao esforço inovativo das empresas da amostra conjunta pode-se notar, na tabela 2, que apresentam uma média de três patentes por empresa no ano de 2003. Os Gastos com Atividades Inovativas (GAI) em 2003 representavam cerca de R\$ 9,6 milhões em média por empresa e o e os Gastos em P&D (GPD) em 2003 eram em média de R\$ 2,9 milhões por empresa. Outro indicador que pode ser analisado se refere a qualificação da mão-de-obra, medida pelo percentual de funcionários com 3º grau que alcança nesse ano um percentual médio de 21% do total de funcionários dessas empresas.

Com base no primeiro procedimento de análise, a tabela 2 apresenta o teste t para comparação das médias das empresas que foram beneficiárias dos três programas de apoio à inovação em relação às empresas não beneficiárias, antes do pareamento dos dados, evidenciando que quase todas as diferenças são significantes antes do pareamento, com exceção dos coeficientes de exportação e de importação. Mais que isso, as diferenças entre os dois grupos são predominantemente positivas, o que demonstra que os valores médios encontrados pela empresas dos programas são superiores aos das empresas não beneficiárias.

Deve-se considerar que o grupo de empresas não beneficiárias presentes nessa análise está centradas no grupo de empresas inovadoras pelo conceito da PINTEC, ou seja, são aquelas que declararam realizar algum tipo de inovação, entre 2001 e 2003, ou que neste período, possuíam projetos de inovação incompletos. Caso o grupo de empresa não beneficiárias fosse composta pela totalidade de empresas dessa pesquisa (inovadoras e não-inovadoras) a diferença entre os dois grupos seria ainda maior.

Tabela 2
Teste t para comparação das Médias das Beneficiárias da amostra conjunta em relação às empresas Não-Beneficiárias – 2003

Variáveis	Diferença de Médias	Signif.	Média NÃO PROGRAMA	Média PROGRAMA
Pessoal Ocupado (média no ano)	558,8	*	79,8	638,6
Idade da Empresa (ano)	11,24	*	13,85	25,09
Receita Líquida (R\$)	241.042.011,8	*	13.928.281,2	254.970.293,0
Produtividade do Trabalho (R\$)	49.788,4	*	48.158,5	97.946,9
Coef Exportações (%)	5,77	<i>n.s.</i>	7,3	13,07
Coef Importações (%)	4,08	<i>n.s.</i>	3,82	7,9
Multinacionais (%)	0,09	*	0,12	0,21
Gastos com Atividades Inovativas (GAI) (R\$)	7.542,56	*	2.116,04	9.658,6
Gastos com At. Inov / RLV	-4,87	*	11,18	6,31
Gastos com P&D (GPD) (R\$)	2.605,69	*	368,21	2.973,9
Gastos com P&D / RLV	1,27	*	0,97	2,24
Estoque de Patentes (unidade)	2,45	*	0,13	2,58
Funcionários com 3º Grau (%)	0,11	<i>n.s.</i>	0,1	0,21
Market Share (%)	4,05	*	1,76	5,81
Número de Firmas			4.437	188

FONTE: FONTE: IBGE/Diretoria de Pesquisas. Elaboração: IPEA/DISET a partir de dados da PINTEC 2003/ IBGE, PIA/IBGE, SECEX/MDIC, CBE/BACEN, CEB/BACEN, ComprasNet/MPOG RAIS/MTE e FINEP.

Obs: * Significativa a 1%; ** Significativa a 5%; *** Significativa a 10%; *ns.* Não significativa.

Assim, o resultado apresentado na tabela 2 não possibilita qualquer conclusão a respeito da validade dos programas, uma vez que a amostra apresenta problemas de auto-seleção, como já discutido quando da apresentação do modelo de seleção em dois estágios.

A tabela 3 mostra o teste da razão de verossimilhança para verificação da hipótese nula global de que todos os coeficientes do modelo são nulos, ou seja, $H_0 : \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$. A estatística da verossimilhança realiza a comparação entre o modelo completo e um modelo com apenas o intercepto, onde $\Phi^{-1}(\pi) = \beta_0$.

O resultado dos testes da verossimilhança mostra rejeição do modelo *Probit* contendo somente o intercepto e a validade de pelo menos uma das variáveis utilizadas no modelo. O ajustamento do modelo *Probit* para obtenção dos escores que alimentam o *matching* foi realizado utilizando-se a PROC LOGISTIC/SAS especificando uma função de ligação *Probit*.

Assim os resultados do modelo seguem na tabela 3 a seguir.

Tabela 3
Modelo PROBIT - Amostra Conjunta
(Beneficiárias = 188 x Não-Beneficiárias = 4.437)

Efeito	Estatística Qui-Quadrado de Wald	GL	P-Valor
Intercepto	364,478	1	<0001
Pessoal Ocupado	111,009	1	<0001
Multis_2000	26,221	1	<0001
Market Share	3,011	1	0,0827
Exportadora t_{-2}	47,981	1	<0001
Solvência da Firma	10,845	3	0,0126
Setor de Atividade Econômica	117,562	11	<0001
Região Geográfica	28,233	4	<0001
Razão de Verossimilhança	551,92	22	<0001
Pseudo R ²	0,3311		

FONTE: IBGE/Diretoria de Pesquisas. Elaboração: IPEA/DISET a partir de dados da PINTEC 2003/ IBGE, PIA/IBGE, SECEX/MDIC, CBE/BACEN, CEB/BACEN, ComprasNet/MPOG RAIS/MTE e FINEP.

O pseudo R², obtido comparando-se a função de máxima verossimilhança do modelo completo com a máxima verossimilhança do modelo com somente o intercepto, foi de 33,11%, indicando um grau de explicação moderado do modelo é compatível com os objetivos do ajustamento do modelo. As estimativas do modelo PROBIT estão apresentadas na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4
Estimativas para o Modelo PROBIT (Beneficiárias = 188 X Não-Benef. = 4.437)

Parâmetros	Estimativas	Std. Error	P-Valor
Intercepto	-4,930	21,596	0,8194
Log Pessoal Ocupado	0,344	0,032	<0001
Multis_2000	-0,5126	0,1001	<0001
Market share	0,007	0,004	0,0827
Exportadora t_{-2}	0,3141	0,453	<0001
Classe Solvência da Firma 02	-0,163	0,066	0,0143
Classe Solvência da Firma 03	0,092	0,056	0,1007
Classe Solvência da Firma 04	0,1289	0,055	0,0198
Setor de Atividade Econômica	1,058	11,61	0,9274
Região Geográfica	0,7079	18,27	0,969

FONTE: Manipulação dos autores a partir dos dados da PINTEC 2003/ IBGE.

O *matching* um-para-um, realizado entre o grupo das beneficiárias e não-beneficiárias do programa de financiamento, utilizou a implementação do algoritmo de Greedy em uma Macro/SAS disponível em Parsons *et al* (2001). A aplicação do algoritmo de Greedy foi realizada anteriormente por Araújo e Pianto (2005). É importante observar que ao se realizar esse procedimento com as 188 empresas obtém-se um novo conjunto de empresas agora totalizando 272 empresas, 136 beneficiárias e 136 gêmeas não beneficiárias. Perdem-se, por isso, 52 empresas das 188 empresas iniciais por não terem encontrado empresa gêmea no procedimento de *matching*.

O teste apresentado na tabela 5 mostra que todas as variáveis incluídas no modelo apresentam alguma contribuição relevante, com exceção das variáveis como idade da empresa, tamanho da empresa, coeficiente de importação e origem do capital que deixam de ser significantes.

Destaca-se, dentre as variáveis significantes, que a receita líquida, a produtividade do trabalho, o *market share*, os GAI e os GPD são superiores no conjunto de empresas beneficiadas pelos programas.

Tabela 5

Pós-Matching: Teste t para comparação das Médias das Beneficiárias da amostra conjunta em relação às empresas Não-Beneficiárias – 2003

Variáveis	Diferença de Médias	Signif.	Média NÃO PROGRAMAS	Média PROGRAMAS
Pessoal Ocupado (média no ano)	-34,02	<i>n.s.</i>	953,9	919,88
Idade da Empresa (ano)	-0,69	<i>n.s.</i>	34,53	33,84
Receita Líquida (R\$)	115.481.164,4	*	202.569.378,7	318.050.543,1
Produtividade do Trabalho (R\$)	23.946,06	**	79.881,43	103.827,49
Coef Exportações (%)	-2,3	**	14,79	12,49
Coef Importações (%)	1,27	<i>n.s.</i>	5,95	7,22
Multinacionais (%)	0,03	<i>n.s.</i>	0,22	0,25
Gastos com Atividades Inovativas (GAI) (R\$)	3.273.000,69	*	4.933.000,3	8.206.000,99
Gastos com At. Inov / RLV	-0,49	*	5,22	4,73
Gastos com P&D (GPD) (R\$)	1.474.000,27	*	1.215.000,5	2.689.000,77
Gastos com P&D / RLV	1,2	*	0,81	2,01
Estoque de Patentes (unidade)	0,74	*	2,6	3,34
Funcionários com 3º Grau (%)	0,06	*	0,15	0,21
Market Share (%)	0,29	**	5,18	5,47
Número de Firmas			136	136

FONTE: IBGE/Diretoria de Pesquisas. Elaboração: IPEA/DISET a partir de dados da PINTEC 2003/ IBGE, PIA/IBGE, SECEX/MDIC, CBE/BACEN, CEB/BACEN, ComprasNet/MPOG RAIS/MTE e FINEP.

Obs: * Significativa a 1%; ** Significativa a 5%; *** Significativa a 10%; *ns.* Não significativa.

O modelo após a realização do *matching* possibilita algumas análises a respeito do efeito dos programas de fomento à inovação, dado que o conjunto de empresas beneficiárias e não-beneficiárias, nesse momento, é comparável.

Os resultados indicam um aumento de 36% na receita líquida, um aumento de 23% na produtividade do trabalho, e um aumento de 55% nos GPD devido à participação no programa público. Os GAI receberam um incremento estimado de aproximadamente 40% devido à participação no programa de financiamento.

Pela comparação das médias após realização do *matching* pode-se afirmar que participar dos programas de fomento à inovação do governo torna a empresa mais inovadora. Desse modo, pode-se aferir que o programa conseguiu atender seus objetivos, ou seja, os gastos públicos promoveram um aumento nos gastos privados em atividades inovativas, rejeitando a hipótese de que haja “efeito *crowding out*”.

Como um incremento dessa análise, após o balanceamento através do *matching* foi realizado a técnica da regressão linear para identificar os determinantes dos GAI e, em específico, dos GPD. O ajuste destes modelos tem como objetivo verificar quais os determinantes das atividades inovativas após a limpeza dos efeitos de auto-seleção,

especialmente a significância e intensidade da variável indicadora de participação nos programas.

O trabalho optou por essas duas variáveis, uma mais ampla e outra mais restrita de gasto em atividades tecnológicas com objetivo de identificar a existência de comportamentos distintos, a partir da diferença nos montantes já apresentados na estatística descritiva sobre as empresas beneficiárias ao longo da tese.

Para se verificar a existência de viés de seleção foi realizado um segundo procedimento de modelo de seleção em dois estágios. A partir da análise da tabela 6 pode-se observar que no modelo de Heckman a razão inversa de *Mills* não é significativa nos dois modelos, o que aponta a inexistência de viés de seleção. Embora haja algum debate sobre a validade da realização de modelos de regressão MQO após a realização do *Propensity Score Matching*, esse método pode apontar alguma uma indicação sobre o sentido e a intensidade do efeito dos programas nos gastos em atividades inovativas e em atividade de P&D das empresas beneficiárias.

Tabela 6
Regressão Linear com Amostra Pareada e Modelo de Heckman para GAI e GPD da Amostra Conjunta

Variáveis Explicativas	MQO com Amostra Pareada		Heckman	
	Log GAI	Log GPD	Log GAI	Log GPD
	Estimativa	Estimativa	Estimativa	Estimativa
Intercepto	3,455 (1,010) *	1,690 (0,677) **	3,620 (9,586) <i>ns</i>	8,593 (11,331) <i>ns</i>
<i>Dummy</i> para PROGRAMAS	0,458 (0,398) <i>n.s.</i>	1,124 (0,361) **	-	-
Log Estoque de Patentes	0,474 (0,164) **	0,948 (0,174) *	0,613 (1,025) <i>ns</i>	0,051 (1,220) <i>ns</i>
Log Marketing	0,120 (0,043) **	0,179 (0,036) *	0,087 (0,141) <i>ns</i>	0,032 (0,167) <i>ns</i>
Inversa de <i>Mills</i>	-	-	0,045 (3,601) <i>ns</i>	-2,589 (4,252) <i>ns</i>
R² Ajustado	0,288	0,4483		
N	272	272	3.014	3.014

Obs: Desvio Padrão representado entre parênteses. * Significativa a 1%; ** Significativa a 5%; *** Significativa a 10%; *ns*. Não significativa.

De acordo com os dados apresentados na regressão linear, nota-se que a *dummy* para programas é significativa apenas no modelo que explica os gastos em P&D, sendo que participar de um programa de fomento à inovação faz com que as empresas beneficiárias aumentem em 106% os gastos em P&D⁴, a partir do coeficiente transformado 2,06; um resultado superior ao encontrado pela metodologia anterior do *Propensity Score Matching*, onde as empresas beneficiárias em relação às suas empresas gêmeas gastam 54,7 % a mais em atividades de P&D.

⁴ Dado que a variável dependente está expressa em logaritmo, o percentual de impacto deve ser calculado a partir da seguinte expressão: $[\exp(\beta)-1]$. Nesse caso, tem-se o seguinte cálculo $[\exp(1,12)-1] = 2,06$.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do teste *t*, para comparação das médias das empresas que foram beneficiárias dos programas PDTI, ADTEN e FNDCT com as não-beneficiárias dos programas, antes da realização do pareamento, evidenciam que a maioria das diferenças é significativa, dificultando, por isso, qualquer conclusão a respeito da efetividade dos programas.

Após a realização do *matching* no modelo tornou possível uma análise mais apurada sobre os efeitos dos programas de fomento à inovação no desempenho das empresas participantes, já que o conjunto de empresas beneficiárias e não-beneficiárias, nesse momento, tornou-se comparáveis.

Como já visto, os resultados indicam um aumento de 36% na receita líquida, um aumento de 23% na produtividade do trabalho, e um aumento de 55% nos GPD devido à participação da empresa no programa público de fomento à inovação. Os GAI receberam um incremento estimado de aproximadamente 40% devido à participação no programa de financiamento.

Pela comparação das médias após realização do *matching* pode-se afirmar que participar dos programas de fomento à inovação do governo torna a empresa mais inovadora. Desse modo, pode-se aferir que o programa conseguiu atender seus objetivos, ou seja, os gastos públicos promoveram um aumento nos gastos privados em atividades inovativas, rejeitando a hipótese de que haja “efeito *crowding out*”.

Assim, ao se considerar a amostra total de empresas inovadoras, que participaram de ao menos um dos programas acima referidos, pode-se dizer que o impacto das políticas é positivo tanto em ampliar os GAI quanto os GPD. Porém, deve-se considerar que, diante da impossibilidade de se isolar os efeitos da política, dado que está sendo trabalhada uma amostra conjunta de empresas, não se pode afirmar em termo de eficiência de cada programa, mas sim sobre a efetividade destes no aumento dos gastos em atividades inovativas das empresas. Deste modo, pode-se concluir que impacto dos programas na amostra conjunta de empresas foi efetivo pela capacidade de promoção de maiores gastos em atividades inovativas e de P&D.

Deste modo, para a amostra conjunta pode-se concluir que o resultado obtido por meio dos procedimentos econométricos demonstra que participar de ao menos um dos programas de apoio à inovação promove um aumento no gasto em P&D superior a 100%, ou seja, faz com que as empresas dobrem os referidos gastos utilizando-se a metodologia do MQO; ou aumentem em 54% os gastos em P&D mensurando pela metodologia *Propensity Score Matching*.

Por fim, pode-se afirmar, segundo os resultados obtidos após a aplicação dessas metodologias, que os programas PDTI, ADTEN e FNDCT conseguiram atingir o objetivo de aumentar os gastos em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas beneficiárias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aerts, K.; Czarnitzki, D. "Using Innovation Survey Data to Evaluate R&D Policy: the case of Belgium". Discussion Paper n. 05-55. ZEW: Centre for European Economic Research, 2004. <http://opus.zbw-kiel.de/volltexte/2004/2193/pdf/dp0455.pdf>
- Araújo, B. C. P. O. & Pianto, D. M. (2005). "Potencial Exportador das Firms Industriais Brasileiras". In: Anais do XXX Encontro Nacional de Pós-Graduação em Economia, Natal.
- Bastos, V. "Incentivos à Inovação: tendências internacionais e no Brasil e o papel do BNDES junto às grandes empresas". **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 21, p. 107-138, junho, 2004.
- Becker, S. e Ichino, A. "Estimation of Average Treatment Effects based on Propensity Scores". *The Stata Journal*, 2002, 2, 4, 358-377.
- Bloom, N.; Griffith, R. & Van Reenen, J. "Do R&D Tax Credit work? Evidence form a panel of countries 1979-1997". **Journal of Public Economics**, n.85, 2002, pp.01-31.
- BIE. Bureau of Industry Economics. "R&D, innovation and competitiveness: an evaluation of the research and development tax concession". **Research Report 50**, Australian Government Publishing Service, 1993.
- BUSINESS Council of Australia. "Survey of Research and Development Expenditure by Australian Businesses". 1999.
- Busom, I. "An empirical Evaluation of the Effects of R&D subsidies". **Burch Center Working Paper Series**, n. B99-05. University of California, Berkeley, May, 1999.
- CANADIAN Department of Finance. "The Federal System of Income Tax Incentives for Scientific Research and Experimental Development". **Evaluation Report**. Ottawa, Department of Finance, 1997.
- Corder, S. & Salles-Filho, S. "Financiamento e incentivos ao Sistema Nacional de Inovação". **Parcerias Estratégicas**, n.19, dezembro, 2004.
- Czarnitzki, D.; Hanel, P. & Rosa, J. M. "Evaluations the Impact of R&D Tax Credits on Innovation: a Microeconomic Study on Canadian Firms". Centre for European Economic Research, **ZEW Discussion Paper n. 04-77**, November, 2004. Disponível em <http://callisto.si.usherb.ca:8080/gredi/wpapers/GREDI-0501.pdf>
- David, P. A.; Hall, B. H. & Toole, A.A. "Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence". **Research Policy**, n.29, 2000, pp.497-529.
- Davis, C. & Carden, F. "Research Effectiveness and R&D evaluation in developing countries". **Knowledge and Policy**, 1998.
- Deheja, R. H & Wahba, S. (1998) "Propensity Score Matching Methods for Non-Experimental Causal Studies". **National Bureau of Economic Research**. Working Paper Series 6829. <www.nber.org/papers/w6829 - último acesso em 25/07/2006 >
- Griffith, R.; Redding, S. & Van Reenen, J. **Measuring the Cost Effectiveness of an R&D Tax Credit for the UK**. Center for Economic Performance, London School of Economics and Political Science, 2000.
- Guinet, J. & Kamata, H. "Do Tax-Incentives Promote Innovation?" **The OECD Observer**, n.202, October/November, 1996.
- Hall, B.H. & Van Reenen, J. "How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence". **Research Policy**, 29, pp.449-469, 2000.
- Hall, B.H. & Wosinska, M. "Effectiveness of the California R&D Tax Credit". Report Prepared for **The California Council on Science and Technology**, June, 1999. Disponível em www.ccst.us/ccst/pubs/crest/pubs/pireports/html/hall.html

- Heckman, J. J. "Sample selection bias as a specification error". **Econometrica**, 47, 153-161, 1979.
- IBGE, Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica. Rio de Janeiro: Série relatórios metodológicos, v. 30 110 p, 2004.
- INDUSTRY of Canada. "A Structuralist Assessment of Technology Policies – taking Schumpeter seriously on policy". **Research Publications Program**, Working Paper n.25, October, 1998.
- Lattimore, R. "Research and Development Fiscal Incentives in Australia: Impacts and Policy Lessons". **Conference Policy Evaluation in Innovation and Technology**, capítulo 07. Science and Technology Policy Division, OECD, Paris, 1997.
- Leyden, D. P. & Link, A. N. "Tax policies affecting R&D: an international comparison". **Technovation**, n.13, pp. 17-25, 1993.
- MacDonald, C. "R&D Tax Incentives: a Comparison of the Incentive Effects of Refundable and Non-refundable Tax Credits". **Summer Research Paper**, University of Waterloo, 2003.
- Maddala, G.S. **Limited-Dependent and Qualitative Variable in Econometrics**. Econometric Society Monographs, n.3. Cambridge University Press, 1983.
- Mansfield, E. & Switzer, L. "The effects of R&D tax credits and allowances in Canada". **Research Policy**, n.14, pp.97-107, 1985.
- Meyer-Stamer, J. "New departures for technology policy in Brazil". **Science and Public Policy**, October, pp. 295-304, 1995.
- Ministério das Finanças e da Receita do Canadá. "Por que e como os Governos apóiam Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento". **Parcerias Estratégicas**, n. 08, maio, 2000.
- OCDE. **Frascati Manual 2002**. "The Measurement of Scientific and Technological Activities: Proposed standard practice for surveys on Research and Experimental Development". Paris, OCDE, 2002.
- OCDE. "Tax Incentives for Research and Development: Trends and Issues". **Science Technology Industry**, 2003. Disponível em www.oecd.org/dataoecd/12/27/2498389.pdf
- _____. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. 3a. edição. Tradução: FINEP, Rio de Janeiro, 2005.
- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. Congress of the United States. "The Effectiveness of Research and Experimentation Tax Credits". September, 1995.
- Lori S. Parsons, Ovation Research Group, Seattle, WA. (2001) Reducing Bias in a Propensity Score Matched-Pair Sample Using Greedy Matching Techniques. Proceedings of the Twenty-Sixth Annual SAS Users. Paper 214-26.
- Papaconstantinou, G. & Polt, W. "Policy Evaluation in Innovation and Technology: an overview". **Conference Policy Evaluation in Innovation and Technology**, Capítulo 01. Science and Technology Policy Division, OECD, Paris, 1997.
- Parsons, S. L. "Reducing Bias in a Propensity Score Matched-Pair Sample Using Greedy Matching Techniques". **Proceedings of the Twenty-Sixth Annual SAS Users Group**. Paper 214-26 < <http://www2.sas.com/proceedings/sugi26/p214-26.pdf> - acesso em 24/07/2006 >, 2001.
- Pessoa, D. G. C., Nascimento, S. P. L. D. & Duarte R. P. N. "Análise de Dados Amostrais Complexos". Escola Nacional de Ciências Estatísticas – ENCE. Minicurso SINAPE, 1998.
- Prochnik, V. & Araújo, R. D. "Uma análise do baixo grau de inovação na indústria brasileira a partir do estudo de firmas menos inovadoras", in: De Negri & Salerno. **Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2005.

- Tassey, G. "R&D Trends in the U.S. Economy: Strategies and Policy Implications". US Department of Commerce, NIST, **Planning Report**, 1999.
- UK. **HM Treasury**. "Supporting growth in innovation: enhancing the R&D tax credit". July, 2005
- Velho, L.; Velho, P. & Saenz, T.W. "P&D nos setores público e privado no Brasil: complementares ou substitutos?". **Parcerias Estratégicas**, n.19, dezembro, 2004.
- Verbeek, M. **A Guide to Modern Econometrics**, 2nd Edition. John Wiley & Sons, 2000.
- Wallsten, S. "The effect of government-industry R&D programs on private R&D: the case of the small business innovation research program." **Rand Journal of Economics**,1, 82-100, 2000.
- White, H. "A heterocodasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heterocodasticity". **Econometrics**, v. 48, p. 817,838, 1980.
- Wooldridge, J.M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2002.