

Impacto das Políticas de Fomento à Inovação no Brasil sobre o Gasto em Atividades Inovativas e em Atividades de P&D das Empresas

▪ ANA PAULA AVELLAR*

RESUMO

A política tecnológica representa, na atualidade, parte central da agenda econômica nos países desenvolvidos e nos países emergentes. O trabalho pretende realizar um exercício empírico de avaliação de impacto de programas de incentivos fiscais e incentivos financeiros do Brasil, na realização de atividades inovativas e de atividades de P&D das empresas, quais sejam: 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 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 será aplicado o método Propensity Score Matching. O estudo conclui que os programas estimularam os gastos em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas beneficiárias.

PALAVRAS-CHAVE

inovação, avaliação, matching

ABSTRACT

Technology policies have been part of economical agenda in the developed countries as well as in the periphery. 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: 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, an econometric method will be applied the Propensity Score Matching. The conclusion of this research is that the Brazilian programs stimulated the benefited companies.

KEYWORDS

innovation, evaluation, matching

JEL CLASSIFICATION

031, 038, C12, C31, H25

* Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia. Endereço para contato: Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica, Bloco J, Uberlândia, Minas Gerais. CEP: 38.408-100. E-mail: anaavellar@ie.ufu.br. (Recebido em outubro de 2007. Aceito para publicação em julho de 2008).

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 a capacidade tecnológica e incentivar não somente os investimentos privados, mas também a montagem da infraestrutura que promova a interação e a transferência de tecnologia entre diferentes agentes como universidades, institutos de pesquisa (públicos e privados) e empresas.

No Brasil, esse tema vem recentemente 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 Brasil, 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, muitos autores passaram a analisar programas de incentivos fiscais e de incentivos financeiros à inovação com o intuito de encontrar evidências empíricas que respondam a 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 gastar 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

de os gastos públicos e privados não serem substitutos, mas sim estimularem um gasto privado maior do que o que seria realizado sem a presença de tal programa.

Um dos pioneiros em avaliar os impactos dos programas de apoio à inovação foi Mansfield (1985) que se utilizou de uma pesquisa com executivos de P&D para capturar os efeitos dos incentivos fiscais. Os resultados concluem que a redução de 1% no custo do P&D aumenta o gasto nessas atividades em 0,3% nas empresas beneficiárias.

Nesse sentido, Hall (1992) desenvolve uma análise a partir de uma base de dados dos Estados Unidos e chega a um resultado expressivo, um pouco superior que o encontrado anteriormente por Mansfield (1985). Identifica que a redução de 1% no custo de P&D induz um aumento de 0,84% dos gastos das empresas no curto prazo e de 1,5% no longo prazo. Conclui, assim, que a análise dos efeitos de uma política de apoio à inovação deve contemplar o horizonte temporal de sua execução, pois os efeitos de longo prazo tendem a ser superiores aos efeitos de curto prazo.

Leyden e Link (1993) corroboram os resultados anteriores ao encontrarem evidências de que os gastos públicos estimulam positivamente os gastos privados em P&D, ou seja, identificam uma relação de complementaridade entre esses gastos. A partir da análise de quatro países (Estados Unidos, Japão, Canadá e Suécia), com dados de 1987, detectam que os gastos públicos promovem um aumento nos gastos privados, evidenciando-se uma complementaridade entre eles (“efeito *additionality*”), e destacam, ainda, que no caso específico dos incentivos fiscais, esses contribuem positivamente também para o aumento da produtividade no longo prazo.

Abre-se, assim, uma série de trabalhos preocupados com essa questão da substituição entre gastos públicos e privados, não se limitando a analisar somente os impactos dos incentivos fiscais, mas também de outros instrumentos, como o financiamento direto às empresas. Busom (1999), David *et al.* (2000), Almus e Czarnitzki (2001), Hussinger (2003), Duguet (2004), entre outros, desenvolvem trabalhos de avaliação dos efeitos de diversas políticas de apoio à inovação em diferentes países, e chegam a resultados muito próximos ao desses autores previamente citados.

Busom (1999) avalia o caso do programa de financiamento a P&D, instituído na Espanha em 1998. A autora estima um modelo *Probit* em que a participação no programa é identificada por uma variável *dummy* para 154 empresas. A partir de diversos exercícios econométricos conclui, por fim, que o financiamento público é capaz de induzir um maior investimento privado em atividades tecnológicas, ou seja, não ocorre o “efeito *crowding out*”. Porém, alerta para a existência de heterogeneidade

nos efeitos do programa entre as empresas, pois observa que para duas de cada três empresas participantes os subsídios aumentam cerca de 20% os gastos privados.

David *et al.* (2000) aprofundam esse debate e fazem uma grande revisão da literatura, 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 (2000); dez estudos encontram “efeito *additionality*”, compreendido como a presença de complementaridade entre gastos públicos e gastos privados, como por exemplo, o trabalho de Busom (1999) já anteriormente apresentado. 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.

Esses resultados chamam a atenção pelo fato de que mesmo em países desenvolvidos, com elevado grau de maturidade dos seus sistemas de inovação, a maior parte das políticas públicas de apoio à inovação geram efeitos positivos sobre o investimento privado em C&T.

TABELA 1 – RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DE DIVERSOS ESTUDOS ECONÔMICOS 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 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 a introdução. Na seção 2 são apresentados os dados utilizados. Na seção 3, apresenta-se a metodologia *Propensity Score Matching* a ser utilizada nesse estudo. Na seção 4, discutem-se alguns resultados da avaliação, com o 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 resultaram 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).¹ 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 responderam² que haviam tomado recursos públicos para a 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.

1 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.

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

Com o 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.

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 atividades inovativas das empresas, foi utilizado um procedimento metodológico: o *Propensity Score Matching*.

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 apropriadas 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 ($\varphi(X'\beta)$) para formação do grupo controle. Conforme apontado por Deheja e 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 a 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 possuem projetos inovadores inacabados;
- 2) Estimativa 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 o 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:

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

In $Idade$: Logaritmo da idade das empresas, com o 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 o 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 realizada 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.

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 somen-

te 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. No 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 os Gastos em P&D (GPD) em 2003 eram em média de R\$ 2,9 milhões por empresa. Outro indicador que pode ser analisado refere-se à 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. Isto evidencia 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 pelas empresas dos programas são superiores aos das empresas não beneficiárias.

Deve-se considerar que o grupo de empresas não beneficiárias presentes nessa análise está centrado 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 empresas não beneficiárias fosse composto pela totalidade de empresas dessa pesquisa (inovadoras e não inovadoras), a diferença entre os dois grupos seria ainda maior.

É importante ressaltar que o grupo de empresas inovadoras não beneficiárias presente na PINTEC 2003 totaliza 28.063 firmas inovativas. Porém, após o cruzamento da PINTEC com as diversas bases de dados³, já apresentadas anteriormente, esse total é reduzido para 4.437 empresas inovadoras que não foram beneficiárias dos

3 As bases de cruzamento com a PINTEC foram : Pesquisa Industrial Anual (PIA) do 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); do Censo de Capitais Estrangeiros (CEB) do

programas. No caso das empresas inovadoras beneficiárias dos programas, há um total de 817 empresas, que após o mesmo procedimento se reduz para 188 o número de empresas inovadoras e beneficiárias, como apresenta a Tabela 2.

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 Firms			4.437	188

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%; *n.s.* Não significativa.

Assim, o resultado apresentado na Tabela 2 não possibilita nenhuma conclusão a respeito da validade dos programas, uma vez que a amostra apresenta problemas de autosseleção, 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 $\Phi^{-1}(\pi) = \beta_0$.

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).

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 são apresentados 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 ₁₋₂	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 compatível com os objetivos do ajustamento do modelo. As estimativas do modelo PROBIT estão apresentadas na Tabela 4 a seguir.

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 (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*.

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 _{1,2}	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 da autora a partir dos dados da PINTEC 2003/ IBGE.

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.

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.

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 Firms			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.

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 a 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 realizada 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 autosseleção, 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 gastos em atividades tecnológicas com o 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. Mais que isso, é importante investigar, também, se existe diferença entre o comportamento dessas duas variáveis pelo fato de uma ser mais ampla e englobar, por exemplo, atividades não estritamente relacionadas à inovação, como treinamento e aquisição de máquinas e equipamentos.

TABELA 6 – REGRESSÃO LINEAR COM AMOSTRA PAREADA E MODELO DE HECKMAN PARA GAI E GPD DA AMOSTRA CONJUNTA

Variáveis Explicativas	MQO com Amostra Pareada	
	Log GAI	Log GPD
	Estimativa	Estimativa
Intercepto	3,455 (1,010) *	1,690 (0,677) **
<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) *
Log Marketing	0,120 (0,043) **	0,179 (0,036) *
Inversa de <i>Mills</i>	-	-
R² Ajustado	0,288	0,4483
N	272	272

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 foi 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 comparável.

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.

Ressalta-se, porém, uma diferença de comportamento entre as variáveis GAI/RLV e GPD/RLV, antes e *pós-matching*. A diferença entre as médias da variável GPD/RLV das empresas beneficiárias dos programas e das empresas não beneficiárias é significativa e apresenta sinal positivo. No entanto, ao se observar o comportamento da diferença das médias da variável GAI/RLV das empresas beneficiárias dos programas e das empresas não beneficiárias vê-se que esta se mantém significativa, porém apresentando sinal negativo. Esse resultado pode ser justificado pela incapacidade do teste realizado em capturar os efeitos dos programas de apoio à inovação em uma variável tão abrangente como essa que engloba além de atividade de P&D, o esforço da empresa na aquisição de máquinas e equipamentos e nas atividades de comercialização e de treinamento. Esses resultados podem sugerir que as políticas públicas mais efetivas devem ser dirigidas mais diretamente às atividades de P&D (GPD) por obterem resultados mais intensos.

De modo geral, 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. Assim, pode-se aferir que o programa conseguiu atender a 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*”.

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 termos de eficiência de cada programa, mas sim sobre a efetividade destes no aumento dos gastos em atividades inovativas das empresas. Assim, pode-se concluir que o 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

- AERTS, K.; CZARNITZKI, D. *Using innovation survey data to evaluate R&D policy: the case of Belgium*. ZEW: Centre for European Economic Research, 2004. (Discussion Paper n. 05-55). Disponível em: <http://opus.zbw-kiel.de/volltexte/2004/2193/pdf/dp0455.pdf>.
- ALMUS, M.; CZARNITZKI, D. The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: the case of Eastern Germany. *ZEW Discussion Paper, n. 01-10*. Centre for European Economic Research, Mannheim, 2001. Disponível em: <ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0110.pdf>.
- ARAÚJO, B. C. P. O.; PIANTO, D. M. Potencial exportador das firmas industriais brasileiras. In: Anais do XXX ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA, Natal, 2005.
- 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, jun. 2004.
- BECKER, S.; ICHINO, A. Estimation of average treatment effects based on propensity scores. *The Stata Journal*, v. 2, n. 4, p. 358-377, 2002.

- 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.
- BLOOM, N.; GRIFFITH, R.; VAN REENEN, J. Do R&D tax credit work? Evidence from a panel of countries 1979-1997. *Journal of Public Economics*, n.85, p. 1-31, 2002.
- 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*. Berkeley, University of California, May, 1999. (Burch Center Working Paper Series, n. B99-05).
- 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, dez. 2004.
- CZARNITZKI, D.; HANEL, P.; ROSA, J. M. *Evaluations the impact of R&D tax credits on innovation: a microeconomic study on Canadian firms*. ZEW: Centre for European Economic Research, November, 2004 (Discussion Paper n. 04-77). 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, p. 497-529, 2000.
- DAVIS, C.; CARDEN, F. Research effectiveness and R&D evaluation in developing countries. *Knowledge and Policy*, 1998.
- DEHEJA, R. H.; WAHBA, S. Propensity Score Matching Methods for Non-Experimental Causal Studies. *National Bureau of Economic Research*, 1998 (Working Paper Series 6829). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w6829>>. Acesso em: 25 jul. 2006.
- DUGUET, E. Are R&D subsidies a substitute or a complement to privately funded R&D? Evidence from France using propensity score methods for non-experimental Data. *Revue d'Economie Politique*, v. 114, n. 2, p. 263-292, 2004.
- FAHRENKROG, G. et al. (Eds.). *RTD evaluation toolbox: assessing the socio-economic impact of RTD policies*. Espanha: European Commission, Joint Research Center, Institute for Prospective Technological Studies (IPTS), 2002.
- 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, Oct./Nov. 1996.

- HALL, B.H. R&D tax policy during the eighties: success or failure? *Working Paper n. 4240*. Cambridge, 1992. (NBER Working Papers Series)
- _____.; VAN REENEN, J. How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. *Research Policy*, 29, p. 449-469, 2000.
- _____.; WOSINSKA, M. *Effectiveness of the California R&D tax credit*. Report Prepared for The California Council on Science and Technology, June 1999. Disponível em: <<http://www.ccst.us/ccst/pubs/crest/pubs/pireports/html/hall.html>>.
- HECKMAN, J. J. Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, 47, p. 153-161, 1979.
- HUSSINGER, K. R&D and subsidies at the firm level: an application of parametric and semi-parametric two-step selection models. *ZEW Discussion Paper, n. 03-63*, Centre for European Economic Research, Mannheim, 2003.
- IBGE. *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica*. Rio de Janeiro, 2004. (Série Relatórios Metodológicos, v. 30, 110 p).
- INDUSTRY OF CANADA. *A structuralist assessment of technology policies – taking Schumpeter seriously on policy*. Research Publications Program, Oct. 1998. (Working Paper n. 25).
- LATTIMORE, R. *Research and development fiscal incentives in Australia: impacts and policy lessons*. In: CONFERENCE POLICY EVALUATION IN INNOVATION AND TECHNOLOGY, Capítulo 07. Science and Technology Policy Division, Paris, OECD, 1997.
- LEYDEN, D. P.; LINK, A. N. Tax policies affecting R&D: an international comparison. *Technovation*, n. 13, p. 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. Public policy toward industrial innovation: an international study of direct tax incentives for R&D. In: CLARK, K.; LORENZ, C. (Eds.). *The uneasy alliance*. Harvard Press, 1985.
- _____.; SWITZER, L. The effects of R&D tax credits and allowances in Canada. *Research Policy*, n. 14, p. 97-107, 1985.
- MEYER-STAMER, J. New departures for technology policy in Brazil. *Science and Public Policy*, p. 295-304, Oct. 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.

- OECD. The measurement of scientific and technological activities: proposed standard practice for surveys on research and experimental development. *Frascati Manual 2002*. Paris, OECD, 2002.
- _____. Tax incentives for research and development: trends and issues. *Science Technology Industry*, 2003. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/12/27/2498389.pdf>>.
- _____. *Manual de Oslo*: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed. Tradução: FINEP, Rio de Janeiro, 2005.
- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT. *The effectiveness of research and experimentation tax credits*. Congress of the United States, Sept. 1995.
- PAPACONSTANTINO, G.; POLT, W. Policy evaluation in innovation and technology: an overview. In: CONFERENCE POLICY EVALUATION IN INNOVATION AND TECHNOLOGY, Capítulo 01. Science and Technology Policy Division, Paris, OECD, 1997.
- PARSONS, Lori S. Reducing bias in a propensity score matched-pair sample using Greedy matching techniques. *Proceedings of the Twenty-Sixth Annual SAS Users Group*, 2001 (Paper 214-26). Disponível em: <<http://www2.sas.com/proceedings/sugi26/p214-26.pdf>>. Acesso em: 24 jul.2006.
- 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 firmas industriais brasileiras*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2005.
- SALAZAR, H.; VEJARANO, C.; ACEVEDO, J. M. Incentivos fiscales en ciencia, tecnologia e innovación: revisión y análisis de la experiencia internacional. *Borradores de investigación*, n. 29, Colombia, Universidad del Rosario, 2002.
- 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, dez. 2004.
- VERBEEK, M. *A guide to modern econometrics*. 2nd ed. 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, p. 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*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2002.