

Prêmio CNI de Economia

Categoria: Inovação e Produtividade

Impactos dos Fundos Setoriais nas Empresas: Novas Perspectivas a partir da Função Dose-Resposta

Gustavo Varela Alvarenga (IPEA)

Donald Matthew Pianto (UnB)

Bruno César Araújo (IPEA)

Impactos dos Fundos Setoriais nas Empresas: Novas Perspectivas a partir da Função Dose-Resposta

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar o impacto dos Fundos Setoriais sobre os indicadores de esforço tecnológico (investimento em P&D) e resultado (tamanho e exportações de alta intensidade tecnológica) das empresas brasileiras no período entre 2001 e 2006. Para tal, optou-se por utilizar uma técnica que avalia a resposta do investimento privado aos diferentes montantes de incentivo público, via escore de propensão generalizado. Este é o primeiro trabalho no Brasil que utiliza a técnica de tratamento contínuo para avaliar os impactos de incentivos públicos à inovação e os resultados permitem rejeitar a hipótese de *crowding-out*.

Palavras-chave: inovação / P&D / avaliação de impacto / tratamento contínuo / escore de propensão generalizado.

1. Introdução

A inovação é o processo de transformação no âmbito interno das empresas, que altera o estado preexistente, seja da economia, seja dos desejos dos consumidores. Esse processo, além de fornecer uma alta taxa de retorno social, é importante tanto no contexto de sobrevivência das empresas nos mercados competitivos, quanto no desenvolvimento econômico das nações.

Tradicionalmente, os esforços tecnológicos feitos pelas empresas em busca de inovação são medidos em termos de dispêndio em pesquisa e desenvolvimento (seja interno ou externo). Estes processos de P&D são caros e possuem alto grau de incerteza, além da possibilidade de não haver apropriabilidade dos retornos do investimento nessas atividades. Com isso, argumenta-se que as empresas não possuem incentivos para investir em atividades inovativas.

Com as justificativas de que a inovação fornece um alto grau de retorno social e por conta das suas externalidades positivas, normalmente, o Estado apoia a inovação através de ações que alteram a composição dos custos de oportunidade do capital das empresas e/ou dos retornos marginais dos seus projetos de P&D.

Há basicamente três formas de apoio à inovação nas empresas: (i) infraestrutura básica de pesquisa e formação de mão-de-obra, principalmente por meio das universidades, (ii) suporte indireto, via incentivos fiscais que reduzem o custo de P&D, e (iii) suporte direto, a partir de crédito em condições mais favoráveis, subsídios não-reembolsáveis e estímulo financeiro às parcerias universidade-empresa. Não existe hierarquia entre as formas de suporte à inovação nas empresas: cada forma de apoio tem uma finalidade, e um público específico delinea seu sistema de apoio à inovação de acordo com sua estrutura produtiva, instituições e objetivos nacionais.

No que tange ao apoio direto, o Brasil implementou a partir de 1999 os Fundos

Setoriais de apoio à inovação com o propósito de criar condições mais estáveis de financiamento público às atividades de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil. Ao vincular os recursos destinados aos Fundos Setoriais a um conjunto abrangente de fontes de recursos, a legislação que os criou pretendeu evitar que restrições de natureza fiscal causassem descontinuidades nas políticas de CT&I adotadas pelo Governo Federal. O contexto que marcou a institucionalização dos Fundos foi caracterizado, ainda, pelo crescente reconhecimento da importância de se estabelecerem incentivos ao desenvolvimento tecnológico nas empresas. Isso explica porque esses recursos têm sido um dos principais instrumentos da política nacional de CT&I para apoiar a disseminação da inovação no setor produtivo.

Os recursos dos Fundos Setoriais servem para subsidiar taxas de juros em empréstimos em condições mais favoráveis destinados à inovação, ao fomento de parcerias entre universidades e empresas e também à subvenção econômica (créditos para inovação não-reembolsáveis). Sendo uma parceria entre FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), os Fundos Setoriais (FS) constituem atualmente o principal canal de apoio direto à inovação no Brasil.

Uma avaliação dos impactos dos instrumentos de apoio direto à inovação não se preocupa apenas com o eventual impacto sobre o P&D das empresas. A literatura leva em conta, também, os possíveis efeitos *crowding-out* do apoio público – isto é, em que medida o suporte do governo desloca os investimentos privados em inovação. Em geral, a questão fundamental é verificar se um aumento de uma unidade monetária nos recursos públicos destinados ao financiamento das atividades de P&D levaria a uma elevação mais do que proporcional nos gastos privados. Dessa maneira, prevalece na literatura a regra “um-para-um”: os programas de apoio só são considerados viáveis se uma unidade monetária de apoio público induzir um investimento em inovação, por parte do setor privado, de mais de uma unidade monetária. A avaliação dos FS torna-se ainda mais importante devido ao crescimento constante do volume de recursos orçamentários ao longo dos últimos 10 anos.

Para avaliar a eficácia dos mecanismos públicos de fomento, várias técnicas foram desenvolvidas ao longo dos anos. Contudo, a maioria das avaliações considera apenas o aspecto dicotômico das políticas em suas estimativas. Neste trabalho se utiliza um método que avalia a resposta do investimento privado aos diferentes montantes (“doses”) de apoio público e segue diretamente do trabalho de Araújo et al. (2010), no qual os autores utilizaram uma variável dicotômica para indicar o acesso aos Fundos Setoriais (o tratamento) e avaliar seu desempenho.

Assim, este trabalho avalia o impacto dos Fundos Setoriais nas empresas a partir do uso de uma abordagem que considera o tratamento contínuo e o problema de seleção. Essa avaliação, que considera as diferenças de investimentos entre as firmas que acessaram e as que não acessaram, condicionada ao tamanho do incentivo, é realizada utilizando um método que parte da abordagem proposta por Imai e Dyk (2004) e complementada por Adorno et. al. (2007).

Tal abordagem permite avaliar o comportamento das firmas em relação ao investimento em P&D em cada “faixa” de incentivo e, com isso, deseja-se verificar se o apoio governamental, do jeito que é feito hoje, estimula o investimento privado. O teste desta hipótese é feito comparando-se o investimento médio de cada firma que recebeu o apoio *vis-à-vis* às que não receberam, em cada “faixa” de recurso obtido. Cabe notar que esta é a primeira vez que esta metodologia é empregada no Brasil.

Desta forma, este artigo tem por objetivo avaliar os possíveis efeitos *crowding-in* ou *crowding-out* dos Fundos Setoriais. A hipótese avaliada é de que há *crowding out*, ou seja, o Governo fornece R\$ 1,00 para as empresas privadas realizarem P&D, mas estas, além de não aumentarem o investimento próprio, investem menos que R\$ 1,00.

Além desta introdução, este trabalho está organizado da seguinte forma. Na Seção 2, a literatura relevante é revisada, enquanto na Seção 3 há uma breve explicação do funcionamento da FINEP e dos Fundos Setoriais. De modo subsequente, na Seção 4, definimos os dados utilizados e explicamos a abordagem econométrica usada aqui. A Seção 5 apresenta e discute os resultados e fornece material para as conclusões apresentadas na Seção 6.

2. Literatura prévia sobre avaliação de impactos

Teoricamente, o apoio à inovação afeta a decisão e o montante investido em inovação, que por sua vez, se transforma em resultados na forma de maior *market share*, crescimento das receitas, exportações, produtividade, entre outros. Assim, em primeira instância, espera-se que o apoio público induza maiores investimentos em inovação, os quais, por sua vez, em segunda instância afetam o desempenho da firma. Estas relações estão sistematizadas na Figura 2.1.

Há na literatura duas formas de estimar, do ponto de vista econométrico, o impacto do suporte direto à inovação: (i) abordagem estrutural, (ii) abordagem de seleção. A primeira abordagem busca modelar a escolha das empresas que receberão o suporte, como também modela como se dá o impacto do suporte sobre as variáveis de interesse a partir de modelos estruturais; já a abordagem de seleção busca mimetizar,

do ponto de vista estatístico, as situações onde um determinado tratamento (no caso, o apoio direto à inovação) é distribuído aleatoriamente. As diferenças nas variáveis de interesse entre empresas se devem apenas ao fato que algumas firmas receberam o apoio e as outras não. Estas opções metodológicas estão expostas no Quadro 2.1.

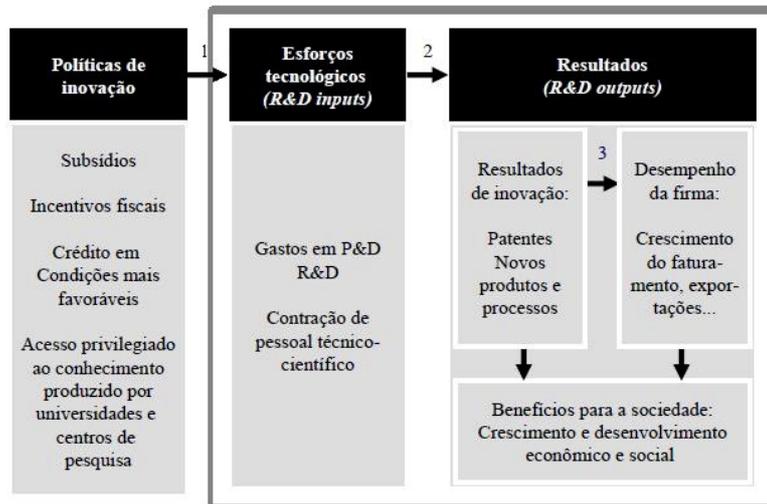


Figura 2.1

Estrutura lógica das pesquisas sobre impactos de políticas de inovação nas empresas.

Fonte: Araújo et al. (2010, p. 5).

		Model	
		Estruturais	Não Estruturais
Características	<ul style="list-style-type: none"> • Associam os dados disponíveis e os métodos estatísticos à teoria econômica, para definir os contrafactuais; • As suposições econômicas permitem realizar inferências sobre como o comportamento dos agentes afeta as relações entre as variáveis; • Faz distinção entre resultados <i>ex-ante</i> e <i>ex-post</i>; • Fornecem estimativas para compreender a causa dos efeitos das intervenções. 	<ul style="list-style-type: none"> • Usam métodos estatísticos de aleatorização para definição dos contrafactuais; • Focam nos problemas de endogeneidade e autoseleção; • Estimam o impacto das intervenções; • Métodos transparentes e de fácil replicação. 	
Métodos Comuns	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos com Variáveis Instrumentais; • Modelos de Seleção. 	<ul style="list-style-type: none"> • PSM; • Diferenças em Diferenças; • Efeitos Fixos. 	
Críticas	<ul style="list-style-type: none"> • Complicada estimação computacional dos modelos completamente estruturados; • Métodos pouco transparentes; • Difícil fazer análises de sensibilidade e replicação dos resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não procuram obter parâmetros de modelos formulados de acordo com a teoria econômica; • Estimativas <i>ex-post</i>; • Fornecem estimativas para compreender o 	

Quadro 2.1

Quadro-resumo das características e críticas dos modelos estruturais e não-estruturais.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A abordagem estrutural tem a vantagem de partir de uma ligação mais forte com

a teoria, além de explicitar o mecanismo de transmissão entre seleção, esforço inovativo e desempenho; contudo, por isso mesmo, é muito dependente do modelo escolhido e das relações causais implícitas a esta escolha. Isto quer dizer que, se uma hipótese de impacto do apoio não é verificada, não necessariamente é o caso de o apoio não ter impacto sobre as empresas, e sim, que o modelo escolhido e seu mecanismo de transmissão não são os mais adequados. Por outro lado, a abordagem de seleção é menos dependente de modelos e suas hipóteses, mas por sua vez não explicita os mecanismos de transmissão.

Abordagem	Técnica	Autor	País	Período	Especificidade	Variáveis dependentes	Resultados
Estrutural	Variáveis Instrumentais	Wallsten (2000)	EUA	1992	I.V.: Volume de recursos potencialmente disponíveis para incentivos	Dispêndio privado em P&D.	<i>Crowding-out</i>
		Aerts e Thorwarth (2008)	Bélgica	2004 e 2006	I.V.i) volume dos incentivos recebidos nos 5 anos anteriores sobre o valor total de projetos I.V.ii) quantidade de propostas submetidas ao IWT nos 5 anos anteriores	i) Dispêndio privado em P&D; ii) Dispêndio apenas em P; e iii) Dispêndio apenas em D.	Adicionalidade
	Modelos de Seleção	Busom (2000)	Espanha	1988	Modelo <i>probit</i> para avaliar o comportamento decisório das firmas e da agência governamental.	i) Dispêndio em P&D; ii) Pessoal ocupado em atividades de P&D; ii) Dispêndio em P&D, por empregado; iv) Pessoal ocupado em atividades de P&D sobre Total de empregados	Adicionalidade mas, para 30% da amostra, a hipótese de <i>crowding-out</i> completo não podem ser descartada.
		González et. al. (2005)	Espanha	1990 a 1999	São estimados o valor esperado do investimento em P&D que será subsidiado e os limites de rentabilidade do investimento.	Dispêndio privado em P&D.	Adicionalidade
		Takalo et. al. (2008)	Finlândia	2000 a 2002	O processo de concessão de incentivos é modelado como um jogo de informação imperfeita em quatro estágios, entre dois jogadores. Estimam os efeitos <i>ex-ante</i> .	O quanto as firmas planejam investir em P&D.	Inconclusivo em relação à adicionalidade
		Garcia e Mohnen (2010)	Áustria	1998 a 2000	Estimação do comportamento governamental via modelo <i>probit</i> e a estimação do comportamento da firma foi feita via modelo <i>tobit</i> .	i) Dispêndio privado em P&D; ii) Venda de produtos novos para a firma; iii) Venda de produtos novos para o mercado.	Adicionalidade
Avaliação de Impacto	Modelos DIF-DIF	Lach (2002)	Israel	1990 a 1995	Painéis com efeitos fixos e dinâmicos.	Dispêndio privado em P&D.	Inconclusivo
	PSM	Almus e Czarnitzki (2003)	Alemanha "Oriental"	1996	<i>Caliper matching</i> no segundo passo do PSM.	Total gasto em P&D sobre Receita	Adicionalidade
		Duguet (2004)	França	1985 a 1997	Estimador não paramétrico de Nadaraya-Watson no segundo passo do PSM. Estimam ATE, ATT e ATU.	i) Taxa de crescimento do investimento em P&D, em relação às vendas da empresa ii) Variável indicadora para o caso da taxa de crescimento acima ter aumentado.	ATE: <i>Crowding-out</i> apenas em 1987. ATT: Inconclusivo
		Aschhoff (2009)	Alemanha	1994 a 2005	Distância de Mahalanobis no segundo passo do PSM. Avalia a continuidade e o montante dos incentivos, ao separar as empresas em categorias de acordo com cada variável.	i) Dispêndio total (privado + incentivos) em P&D; ii) Dispêndio privado em P&D.	Adicionalidade no resultado geral.

Quadro 2.2

Quadro-resumo dos artigos revisados.

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com os artigos revisados (Quadro 2.2, acima), observa-se que é difícil aceitar a hipótese nula de *full crowding-out*. Contudo, nem todos os artigos concluem pela adicionalidade do apoio direto à inovação, apontando para a possível existência de algum efeito *crowding-out*.

2.1. Literatura prévia sobre avaliação de impactos dos Fundos Setoriais

Há três trabalhos que avaliaram, do ponto de vista econométrico, o impacto do apoio direto da FINEP sobre os esforços de inovação e desempenho das empresas, todos eles partindo da abordagem de seleção. Estes artigos, sumarizados no Quadro 2.3, rejeitaram a hipótese nula de que os FS não têm impactos sobre os esforços inovativos das empresas. Esses artigos avaliaram o impacto tratando o acesso aos instrumentos da FINEP como variáveis binárias (0 ou 1, ou "não acessou vs. acessou").

Autores	Técnica	Período	Especificidades	Variáveis dependentes	Resultados
De Negri, De Negri e Lemos (2008)	<i>Propensity Score Matching</i> com teste de diferenças em nível	1996-2000 (gastos em P&D), 1996-2003 (demais variáveis)	Comparação dos resultados do <i>matching</i> com os de diversos grupos caso-controle	Gastos em P&D	Firmas que acessaram o ADTEN investiram 60% a mais em P&D que as que não acessaram. Impactos significativos também sobre o crescimento das empresas (receita e pessoal ocupado), mas sem impactos significativos sobre a produtividade e as patentes.
Avellar e Kupfer (2008)	<i>Propensity Score Matching</i> com teste de diferenças em nível	2000-2003	Avaliação de três programas: (Incentivos fiscais), ADTEN (apoio direto reembolsável) e FNDCT Cooperativo (não-reembolsável)	Gastos em P&D e P&D/receita	PDTI e ADTEN induzem gastos em P&D mais elevados, mas não alteram P&D/receita. Resultados inconclusivos para o FNDCT cooperativo.
Araújo et al. (2010)	<i>Propensity Score Matching</i> com teste de diferenças em nível e em primeira diferença (<i>dif-in-diff</i>)	2001-2006	Avaliação do acesso aos Fundos Setoriais, uso da variável Pessoal em ocupações técnicas como <i>proxy</i> para os investimentos em P&D	Pessoal técnico-científico para P&D), pessoal ocupado total (tamanho da firma) e exportações de alta intensidade tecnológica	O acesso aos Fundos Setoriais induzem maiores esforços de inovação (rejeita-se <i>crowding-out</i>). As firmas que acessam os Fundos também crescem mais rápido nos 2 primeiros anos, mas não há impactos sobre as exportações de alta tecnologia.

Quadro 2.3

Tabela-resumo dos artigos que avaliam o impacto dos instrumentos de apoio direto da FINEP

Fonte: Elaborado pelos autores.

3. FINEP e os Fundos Setoriais

Criada em 1967 durante uma onda de construção de instituições de apoio à inovação¹ e com o objetivo de institucionalizar o Fundo de Financiamentos de Estudos de Projetos e Programas, a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, que se tornou Secretaria Executiva do FNDCT (Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) em 1971. Atualmente, é a agência de apoio à inovação mais importante no Brasil e possui recursos provenientes de várias fontes, tais como: (i) o orçamento federal; (ii) os Fundos Setoriais; e (iii) o FAT (Fundo de Amparo ao Trabalhador)².

Logo após sua criação, nas décadas de 1970 e 1980, a economia brasileira enfrentou duras crises, como a crise do petróleo, a crise da dívida e a crise no balanço de pagamentos. Essas crises e os cortes que o FNDCT recebeu no início da década de 1990, limitaram a eficácia de seus mecanismos (inclusive da FINEP), ocasionando descontinuidades nos financiamentos e limitando o sucesso dos projetos.

Por conta da crescente preocupação relacionada à continuidade dos recursos para financiamento público, foi definido que algumas receitas fiscais da União deveriam ser vinculadas às despesas específicas. Dentro deste contexto e para promover uma ampliação e estabilização dos recursos públicos para investimento em C&T, foram criados, ao final da década de 1990, os Fundos Setoriais, como um mecanismo de vinculação das receitas obtidas em setores específicos (tais como petróleo e energia elétrica) às despesas destes mesmos setores. Entre os 18 Fundos existentes atualmente, com exceção de três Fundos (Fundo Verde-Amarelo, CT-Infra e o Fundo de Ações Transversais), todos possuem seus recursos vinculados ao próprio setor, sendo que suas receitas são alocadas ao orçamento do FNDCT e administradas pela FINEP e pelo CNPq.

A inovação dessa iniciativa era de que o financiamento à P&D não estaria mais sujeito aos cortes orçamentários, além de que a administração e alocação dos recursos seriam decididas por um conselho composto por acadêmicos, burocratas e empresários. Devido à vinculação introduzida pelos Fundos Setoriais, a alocação orçamentária para as medidas de inovação aumentou de forma constante na última década, apesar de cortes no orçamento em alguns anos.

¹ Nesta onda, também foram estabelecidos o Fundo Tecnológico do BNDES (o FUNTEC, em 1964), a Embraer (em 1969), o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (o INPI, em 1970), e a Embrapa (em 1973).

² Os recursos do FAT são obtidos a partir da tributação do lucro das empresas (PIS-COFINS) e estima-se que aumentarão os recursos da FINEP em mais de R\$ 2 bilhões por ano. Porém, nem sempre foi possível obter recursos dessa ordem.

Entretanto, esta vinculação possui dois pontos fracos. O primeiro é relacionado à substituição de recursos públicos no orçamento para C&T, pois “os recursos do orçamento fiscal para o FNDCT, denominados Fonte 100, que eram os que o alimentavam no primeiro período (1967-1997), praticamente passaram a ser marginais após a consolidação dos Fundos Setoriais” (MELO, 2009, p. 106). Em outras palavras, “com a criação das receitas vinculadas do FNDCT, o governo deixou até mesmo de alocar os montantes prévios do Tesouro Nacional” (BASTOS, 2003, p. 252).

O segundo ponto fraco ocorre porque a vinculação não implicou igualdade entre os recursos obtidos e as despesas realizadas, pois, na década de 1990, o Governo estabeleceu uma programação orçamentária que definia limites para os valores empenhados e determinava uma movimentação financeira para pagamento de despesas. No início da década de 2000, essa programação orçamentária contingenciou as despesas e o superávit financeiro gerado por essa limitação permaneceu no caixa dos fundos, instituições e autarquias. O problema era que tais recursos não podiam ser utilizados para a amortização da dívida pública (GUIMARÃES, 2006).

A partir de 2003, as despesas relacionadas à C&T foram excluídas do contingenciamento. Contudo, dentro do orçamento da União foi definida uma reserva de contingência, criada a partir da receita dos Fundos Setoriais e cuja disponibilização depende de abertura de um crédito suplementar. Não obstante, apesar desta nova forma de contingenciamento, com um cenário econômico relativamente estável da última década e após mudanças institucionais e no arcabouço legal brasileiro (principalmente no âmbito da Lei da Inovação), tanto a FINEP quanto o FNDCT possuem mais recursos para investir em atividades de C,T&I.

O orçamento total da FINEP em 2010 foi de cerca de R\$ 4.3 bilhões. Este orçamento mais que dobrou quando comparado aos anos de 2009 e 2008 e aumentou quase 8 vezes durante a última década (Gráfico 3.1). Do total de recursos de 2010, a maior parte (R\$ 2.5 bilhões) foi para o FNDCT, enquanto R\$ 1.2 bilhões foram para as operações de crédito da FINEP e R\$ 527 milhões foram para a subvenção. Historicamente, antes do advento da subvenção econômica, cerca de 30% dos recursos da FINEP eram destinados à firmas em forma de crédito em condições mais favoráveis. Após sua criação, a subvenção ficou responsável por cerca de 10% dos recursos e, assim, 40% dos recursos passaram a ser dedicados às empresas.

As empresas podem acessar os mecanismos da FINEP por três maneiras. A primeira é através de um projeto de parceria entre instituições de pesquisa e empresas. A segunda é via crédito subsidiado para a inovação, onde os recursos dos

FS são utilizados para zerar as taxas de juros dos empréstimos. A terceira maneira – que só foi possível a partir da Lei de Inovação em 2004 – é através da subvenção econômica ou subsídio direto. Esses acessos são dados aos projetos, e as empresas e instituições de pesquisa devem participar de chamadas públicas para as propostas, que são aprovadas pela tríade universidades-setor produtivo-governo.

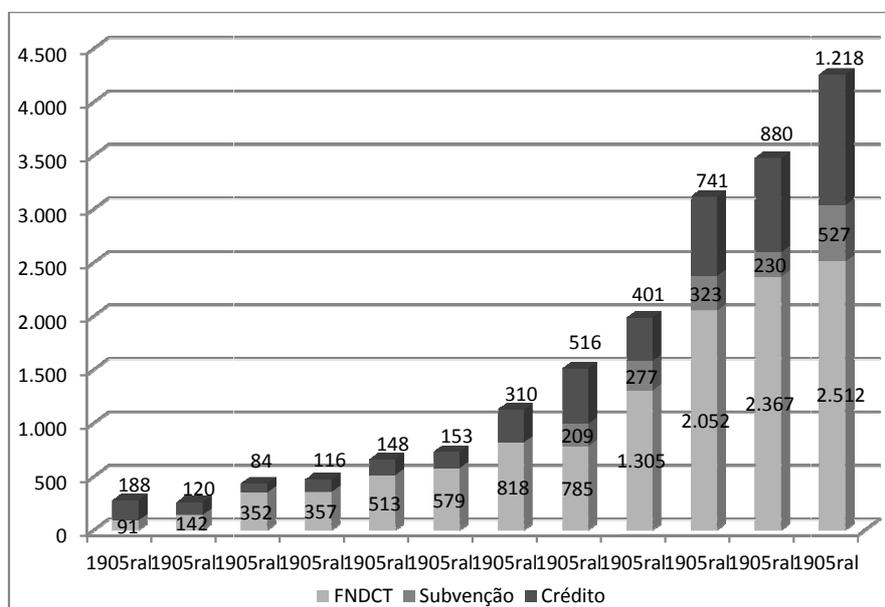


Gráfico 3.1
Desembolso nominal da FINEP, por modalidade de suporte.

Fonte: FINEP (2011a) e FINEP (2011b).

Portanto, as informações financeiras sobre os mecanismos de apoio da FINEP são dados administrativos de projetos cooperativos com universidades (um tipo de subvenção), de projetos financiados com crédito em condições especiais e projetos subvencionados (ou que receberam subsídios não reembolsáveis). Todos os três tipos usam, de alguma maneira, recursos dos FS. Contudo, por conta de uma limitação da base de dados, apenas os dois primeiros casos foram considerados nesta análise.

4. Dados e Variáveis

A base de dados analisada foi obtida a partir de registros administrativos de mais de 13.000 projetos apoiados pelos Fundos Setoriais entre 2000 e 2007, com restrição às firmas com 5 empregados ou mais. A essa base foram adicionadas as informações da RAIS (Relação Anual de Informações Sociais, do Ministério do Trabalho e Emprego) em relação ao gênero, idade, ocupação (de acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações), salários, tempo de empresa e nível educacional dos empregados. A base final também contém informações sobre exportações, obtidas junto à Secretaria de Comércio Exterior (SECEX) do Ministério

do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

O acesso aos Fundos Setoriais considerado neste trabalho envolve projetos cooperativos com universidades e centros de pesquisa (tanto quanto líderes dos projetos ou apenas participantes) e crédito em condições favoráveis. O foco é no acesso aos Fundos de forma geral, sem que fosse feita uma distinção entre os tipos de acesso. Implicitamente, assume-se que quando as firmas se engajam em projetos cooperativos apoiados pelos FS, elas se beneficiam das atividades de pesquisa feitas pelas instituições de pesquisa (apesar desta modalidade de apoio ser menos direta que o crédito ou a subvenção).

Estamos interessados nos impactos do apoio sobre o indicador de esforço tecnológico – medido pelo número de empregados técnico-científicos (PoTec)³ – e os indicadores de resultados - medidos pelas exportações de alta intensidade tecnológica (classificados pelo MDIC, de acordo com critérios da OCDE) e pelo tamanho da firma (usando número de empregados como *proxy*). Apesar desta *proxy* possuir limitações evidentes (por exemplo, em circunstâncias nas quais as atividades de inovação levam à um aumento da produtividade do trabalho), assume-se, aqui, que, na média, há uma correlação positiva entre o crescimento da receita e o crescimento do número total de empregados.

O uso da variável PoTec como *proxy* para os esforços tecnológicos segue o estudo pioneiro de Blank e Stigler (1957), e está relacionada ao fato de que a maioria dos gastos em P&D é composta de salários dos pesquisadores. Portanto, é definida como a soma do número de pesquisadores, engenheiros, diretores e administradores de P&D e “profissionais científicos” de cada empresa (Araújo et al., 2009).

Originalmente proposta por Gusso (2006) e, posteriormente, ajustada por Araújo et al. (2009), essa variável apresentou um coeficiente de correlação da ordem de 90% com os gastos de P&D internos e externos. Logo, há evidências de que PoTec é uma *proxy* apropriada para os esforços tecnológicos. Uma vez de que esta variável pode ser calculada utilizando os dados da RAIS, é possível acompanhar sua evolução anual durante o período considerado nesse trabalho.

A metodologia usada aqui requer um período de defasagem, assim, apenas as empresas que acessaram estes mecanismos entre 2001 e 2006 foram consideradas

³ Esta *proxy* para esforços tecnológicos foi sugerida por Araújo et al. (2009) para superar dois problemas práticos relacionados à dependência de informações da PINTEC, para medir insumos para inovação. O primeiro problema é relacionado ao timing: os resultados das pesquisas de inovação, normalmente, são divulgados com algum atraso e coletam informações quantitativas relacionadas ao último ano de referência da pesquisa. O segundo problema é relacionado ao desenho amostral desta pesquisa. As pesquisas de inovação são amostrais e quando se relaciona bases de dados de registros administrativos de programas de apoio à inovação com informações de uma amostra, muita informação pode ser perdida, pois alguns beneficiários podem não estar na amostra. Ademais, não é possível formar um painel das firmas a partir dos dados da PINTEC, exceto para aquelas – poucas – empresas muito grandes (mais de 500 empregados) que são entrevistadas em todas as edições da pesquisa.

para o grupo de tratamento. Desta maneira, a base final contém 344 empresas tratadas e cerca de 113 mil empresas não tratadas. Algumas estatísticas descritivas do grupo tratado são mostradas na Tabela 4.1.

Descrição	Valor dos Incentivos Recebidos (R\$ mil)	Pessoal Ocupado	Pessoal Ocupado Técnico-Científico	Salário Médio (R\$)	Exportações de Alta Intensidade Tecnológica (US\$)
Média	2.367,11	1.047	50	1.626	4.623.738
Desvio Padrão	7.871,08	3.027	350	1.190	31.879.408
Mediana	271,14	212	3	1.260	-

Tabela 4.1

Perfil das empresas apoiadas pelos Fundos Setoriais, 2000-2007.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 4.2, abaixo, mostra a distribuição das empresas, de acordo com o tipo de mecanismo acessado. Pode-se observar que a maioria (70,6%) acessa os recursos dos FS somente através de projetos cooperativos e poucas empresas acessam esses recursos juntamente com incentivos via crédito subvencionado (2,6%). Há uma retomada no número de empresas que acessaram esses recursos, após uma queda em 2003. Entre outros motivos, é provável que tal retomada esteja ligada às mudanças nos marcos legais relativos à inovação que aconteceram em 2004.

Ano	Projetos Cooperativos	Crédito Subvencionado	Ambos	Total
2001	-	17	0	17
2002	47	13	3	63
2003	13	5	0	18
2004	79	0	0	79
2005	56	25	2	83
2006	48	32	4	84
Total	243	92	9	344

Tabela 4.2

Número de empresas por estréia nas diferentes modalidades de apoio dos Fundos Setoriais, 2001 – 2006.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.1. O Propensity Score Generalizado e a Função Dose-Resposta

Em vários estudos, principalmente aqueles que investigam os impactos de políticas públicas, o tratamento não ocorre de forma binária. Em se tratando de incentivos à P&D, empresas diferentes recebem montantes distintos que podem ter impactos diferenciados em seu investimento privado.

Nos últimos anos, várias metodologias para estimar a função dose-resposta foram desenvolvidas (IMBENS, 2000; LECHNER, 2001; LECHNER, 2004; HIRANO; IMBENS, 2005; FLORES, 2005), sendo que um dos mais utilizados é o método paramétrico de Hirano e Imbens (2005). Neste trabalho, optou-se por utilizar o método proposto por Imai e van Dyk (2004), por ser um método não-paramétrico, o que é um auxílio quando não é possível obter normalidade dos dados.

Nesta abordagem, considere uma amostra aleatória de unidades indexadas por

$i = 1, \dots, N$. Para cada unidade i , seja $Y_i(t^p)$ uma variável aleatória que mapeia um possível tratamento $t^p \in \mathcal{T}$ à um possível resultado Y_i , onde \mathcal{T} é o conjunto de possíveis tratamentos (ou valores de apoio). Há, também, um vetor \mathbf{X}_i de covariáveis pré-tratamento e uma variável aleatória para o suporte fornecido, T^A .

O propósito deste método é calcular a função de dose-resposta média $E[Y_i(t^p)]$ e avaliar o efeito do tratamento nesta função. Para essa avaliação, Imai e van Dyk se baseiam nas seguintes suposições:

S.1 – SUTVA (*stable unit treatment value assumption*):

$$p[Y_i(t_i^p) | T_j^A = t_j^p, \mathbf{X}_i] = p[Y_i(t_i^p) | \mathbf{X}_i], \forall i \neq j \text{ e } \forall [t_i^p, t_j^p] \in \mathcal{T}; \text{ e}$$

S.2 – Forte ignorabilidade da alocação do tratamento:

$p(T^A | Y(t^p), \mathbf{X}) = p(T^A | \mathbf{X}), \forall t^p \in \mathcal{T}$. Para todo $\mathbf{X} \in \mathcal{X}$ e conjuntos de medidas positivas $\mathcal{A} \subset \mathcal{T}$, também temos $p(T^A \in \mathcal{A} | \mathbf{X}) > 0$.

A partir dessas suposições, com $t_1^p \neq t_2^p$, o efeito causal médio é:

$$E[Y(t_1^p) | T^A = t_1^p, \mathbf{X}] - E[Y(t_2^p) | T^A = t_2^p, \mathbf{X}] = E[Y(t_1^p) - Y(t_2^p) | \mathbf{X}] \quad (\text{Eq.1})$$

No caso de tratamentos contínuos, Imai e van Dyk (2004) generalizam o escore de propensão e definem uma função de propensão para facilitar o pareamento. Esta função é a probabilidade condicional do tratamento recebido, dadas as covariáveis, $p_\psi(T^A | \mathbf{X})$. Pelo fato de não ser possível observar diretamente esta probabilidade, a função de propensão $p_\psi(\cdot | \mathbf{X})$ é estimada por $e_\psi(\cdot | \mathbf{X})$, onde ψ é estimado via máxima verossimilhança e parametriza essa distribuição. Em relação a essa parametrização, os autores fazem uma terceira suposição, de forma a facilitar a notação:

S.3 – Função de Propensão Unicamente Parametrizada:

Para qualquer $\mathbf{X} \in \mathcal{X}$, existe um parâmetro de dimensão finita $\theta \in \Theta$, tal que $e_\psi(\cdot | \mathbf{X}) = e_\psi[\cdot | \theta_\psi(\mathbf{X})]$. Além disso, $\int_{\mathcal{A}} e_\psi(t | \theta) dt = \int_{\mathcal{A}} e_\psi(t | \theta') dt$ implica em $\theta = \theta'$, para todos os conjuntos mensuráveis $\mathcal{A} \subset \mathcal{T}$. Logo, θ unicamente representa $e_\psi[\cdot | \theta_\psi(\mathbf{X})]$ e escrevemos a função de propensão como $e(\cdot | \theta)$.

Os autores definem dois teoremas que são importantes para que se possa fazer inferência baseada na função de propensão (Imai and van Dyk, 2004, p. 856):

T.1 – Função de propensão como escore de balanceamento:

$$p(T^A|\mathbf{X}) = p[T^A|\mathbf{X}, e(\cdot|\mathbf{X})] = p[T^A | e(\cdot|X)] \quad (\text{Eq.2})$$

T.2 – Forte ignorabilidade da alocação do tratamento dada a função de propensão:

$$p[Y(t)|T, e(\cdot|X)] = p[Y(t)|e(\cdot|X)], \quad \forall t \in \mathcal{T} \quad (\text{Eq.3})$$

O primeiro teorema mostra que a distribuição condicional do tratamento, dada a função de propensão, não depende das covariáveis. O segundo teorema é o resultado chave do trabalho de Imai e van Dyk, que define que os possíveis resultados e a alocação do tratamento observado são condicionalmente independentes dada a função de propensão. De acordo com T.2, para obter a função de dose-resposta, $p[Y(t^p)]$, deve-se integrar $p[Y(t^p)|e(\cdot|\mathbf{X})]$ sobre a distribuição da função de propensão. Na prática, esta integral pode ser aproximada a partir de uma subclassificação das empresas em k grupos similares, dependendo dos percentis de θ , e calculando-se o efeito médio, $E[Y(t^p)]$ como uma média ponderada do efeito $E[Y(t^p)|T^A = t^p, \hat{\theta}_k]$ de cada k com pesos, W_k , iguais ao tamanho de cada grupo:

$$E[Y(t^p)] \approx \sum_{k=1}^K E[Y(t^p)|T^A = t^p, \hat{\theta}_k] W_k \quad (\text{Eq.4})$$

Todavia, este tipo de análise restringe a avaliação apenas para as firmas que receberam tratamento e o *matching* é feito para verificar as diferenças entre aquelas que foram menos (ou mais) tratadas. Como um dos objetivos aqui é avaliar as diferenças entre as empresas que foram apoiadas e aquelas que não foram, deve-se incluir nesta metodologia um mecanismo que leve em consideração o problema de auto-seleção. Esta é a abordagem proposta por Adorno et al. (2007).

No primeiro estágio desta abordagem, estima-se um modelo *probit* para se definir o escore de propensão. O segundo estágio é a estimação da função de propensão, de acordo com Imai e van Dyk (2004). Porém, neste passo, o escore de propensão do primeiro estágio é levado em consideração. Portanto, $\theta = e[\cdot|\mathbf{X}, \hat{p}(D=1)]$, onde $\hat{p}(D=1)$ é o valor predito do tratamento binário D , obtido no primeiro estágio. Após estimar a função de propensão, a função de dose-resposta média é calculada em cada grupo dos percentis de $\hat{\theta}$ como:

$$E[\hat{Y}(t)] = \frac{1}{n_t} \sum_{i|t_i=t} \{Y_i(t_i) - \sum_{j \in \mathcal{C}} m_{ij} Y_j(0)\}. \quad (\text{Eq.5})$$

Na Eq. (5), \mathcal{C} é o conjunto de firmas definidas como “controles” (aqueles que não receberam o tratamento, mas são similares às que receberam), e j é o indexador

das firmas deste grupo. O número de observações nas quais $t_i^p = t^p$ é n_t , logo, este estimador só pode ser observado para os níveis de tratamento t (Adorno et al., 2007, p. 77). O mecanismo de ponderação m_{ij} é construído a partir dos pesos da comparação de j observações para a firma i , obtidos no primeiro e no segundo estágios (w_{ij}^1 e w_{ij}^2 , respectivamente):

$$m_{ij} = \frac{w_{ij}^1 w_{ij}^2}{\sum_{k \in \mathcal{C}} w_{ik}^1 w_{ik}^2}. \quad (\text{Eq.6})$$

4.2. Estratégia Empírica

Neste trabalho, seguimos a estratégia em dois estágios definida na seção anterior⁴. No primeiro estágio, estimou-se o seguinte modelo *probit* para prever a probabilidade de acesso aos Fundos Setoriais por uma determinada firma:

$$Pr(FS_i = 1 | \mathbf{X}_i) = G(\mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta}) \equiv p(\mathbf{X}_i) \quad (\text{Eq.7})$$

Onde G é a função de distribuição acumulada de uma Normal, $\Phi(\mathbf{X}'\boldsymbol{\beta})$, e \mathbf{X} inclui: o log do número de empregados técnico-científicos, defasado (e suas interações com o ano de primeiro acesso aos recursos), o log do total de empregados, defasado (e suas interações com o ano de primeiro acesso), e variáveis indicadores para o caso da empresa ser multinacional, sociedade anônima, para os setores CNAE 2.0 (a 2 dígitos), para as grande regiões brasileiras e para os anos de primeiro acesso aos recursos. A partir destes resultados, um pareamento via *kernel* foi feito. Neste tipo de pareamento, cada empresa tratada é comparada com um grupo ponderado de todas as empresas do grupo controle. Este é o peso w_{ij}^1 da Eq. (6).

No segundo estágio, ajustou-se um modelo Gaussiano para estimar a quantidade de apoio recebido por cada firma e, com isso, obter a função de propensão:

$$T_i^A = \gamma Z_i + \mathbf{X}_i' \boldsymbol{\beta} + \hat{p}_i(\mathbf{X}) + \varepsilon_i. \quad (\text{Eq.8})$$

Na Eq. (8), T_i^A é o valor observado do apoio à firma i (em log), $\hat{p}(\cdot)$ é o escore de propensão estimado no 1º passo e Z é o salário médio dos trabalhadores (em log).

Após este estágio, os decis da função de propensão foram calculados e as

⁴ Antes, porém, definiu-se que apenas o primeiro ano de acesso seria considerado, para podermos comparar empresas que acessaram os FS na mesma época. Assim, criou-se uma variável chamada “estréia”, cujos valores são: 0, para os anos antes do primeiro acesso; 1, para o ano de primeiro acesso; *missing*, para os anos após este primeiro acesso.

firmas foram classificadas em grupos a partir desses decis. Os W_k , vistos na Eq.(4), foram definidos pelo número de firmas em cada grupo. Este é o peso w_{ij}^2 da Eq. (6).

Após a obtenção dos pesos, a Eq. (5) foi usada para comparar firmas tratadas e não tratadas e estimar os impactos dos incentivos em cada nível do tratamento. Para estimar a função de dose-resposta, um modelo linear para explicar os indicadores de esforços tecnológicos e de resultados das firmas como função do tratamento e da função de propensão foi estimado em cada classe dos percentis de $\hat{e}(\cdot |X)$. A idéia é comparar as trajetórias, em relação às empresas do grupo de controle, das empresas que receberam determinada quantidade de recursos dos Fundos Setoriais *vis-à-vis* empresas que receberam maiores (ou menores) quantidades. Matematicamente:

$$Y_{i,m} = \beta \log(T_{i,m}^A) + \gamma \hat{e}(\cdot | \theta_{i,m}) + \varepsilon_{i,m} \quad (\text{Eq.9})$$

$$\Delta Y_{i,m+s} = \alpha \log(T_{i,m}^A) + \eta \hat{e}(\cdot | \theta_{i,m}) + v_{i,m+s} \quad (\text{Eq.10})$$

Onde m indica o ano de primeiro acesso (ano de “estréia” - t_0) aos Fundos Setoriais e $s = 1,2,3,4$ indica o período após este acesso. Dado que os investimentos em P&D não maturam, normalmente, no mesmo ano em que as firmas receberam o apoio, avaliamos as variáveis-resposta nos períodos $m + s$. Os valores de α e β , estimados em cada classe dos percentis de $\hat{e}(\cdot | \theta_{i,m})$, são os efeitos médios de cada “dose” do apoio. Com os pesos de cada grupo, as estimativas podem ser usadas para calcular a função de dose-resposta média, como descrita na Eq.(5).

Também estimamos equações em primeiras diferenças, para avaliar as taxas de crescimento das variáveis de interesse. Escolhemos o uso deste estimador de diferenças em diferenças (*dif-in-dif* – DID) para capturar mudanças nos indicadores de resultado das firmas, causadas pelo acesso aos FS, assumindo-se que as diferenças não observadas das empresas são constantes ao longo do tempo. Portanto:

$$\hat{\alpha}(t) = \Delta \bar{Y}^{trat}(t_h < t_i < t_k) - \Delta \bar{Y}^{-nao-trat}(0) \quad (\text{Eq.11})$$

Sendo $\Delta \bar{Y}^{trat}(t_h < t_i < t_k)$ a variação média do desempenho entre os períodos antes e depois do incentivo, para aquelas empresas que receberam recursos dentro do intervalo $[t_h, t_k]$. Com essa estratégia, “a idéia é usar as informações do nível dos tratamentos para selecionar o grupo de firmas apoiadas (homogêneas pela quantidade de recursos recebidos) e estimar seus efeitos médios do tratamento com respeito a todo o grupo de controle” (ADORNO et al., 2007, p. 80, tradução livre do original).

O método usado neste trabalho também permite a identificação do impacto dos

incentivos sobre o nível de tratamento. Isto pode ser feito de maneira simples, aplicando-se um MQO com especificação quadrática da função de propensão para as firmas tratadas:

$$Y_i = \beta_1 \hat{\theta} + \beta_2 \hat{\theta}^2 + \mu_i . \quad (\text{Eq.12})$$

5. Resultados

Inicialmente, estimou-se um modelo probit para prever a probabilidade de determinada firma ter acessado os FS, dadas as suas características. Como poucas empresas tiveram acesso vis-à-vis o total de empresas na indústria brasileira, foi utilizado um processo de *bootstrap* para diminuir o viés do ajuste probabilístico. Sendo assim, foram feitas 450 repetições para determinar os parâmetros β da Eq.7.

Os resultados desse primeiro passo indicam que a especificação utilizada é satisfatória. Ademais, as medianas de todos os outros parâmetros apresentaram bons ajustes, sendo seus coeficientes significativamente diferentes de zero, ou seja, estão dentro de um intervalo de confiança que não contém este valor. (Tabela 5.1).

Variável	Estimativa (Mediana)	[Intervalo de Confiança - 95%]	
Log do pessoal ocupado técnico-científico (t-1)	0,156	0,104	0,238
Log do pessoal ocupado total (t-1)	0,213	0,127	0,255
Multinacional (dummy)	-0,505	-0,679	-0,305
Sociedade Anônima (dummy)	0,432	0,279	0,585
Log Verossimilhança	-2116,5	-2342,7	-1931,4

Tabela 5.1

Distribuição dos coeficientes probit após 450 repetições.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: Estimativas das variáveis indicadoras de setor, ano, região e as interações foram emitidas.

Como esperado, o fato da empresa empregar funcionários técnico-científicos aumenta sua probabilidade de ser apoiada pelos Fundos Setoriais. Percebe-se, também, um favorecimento da indústria nacional, uma vez que o coeficiente para multinacionais foi negativo. Este resultado está de acordo com a proposta deste instrumento de estimular o investimento em P&D das firmas brasileiras.

Por outro lado, este tipo de instrumento pode não ser o mais indicado para empresas pequenas, dado que o coeficiente do pessoal ocupado total indica que empresas maiores têm maiores chances de acesso. Cabe lembrar que o mecanismo dentro dos Fundos Setoriais desenhado para incentivar empresas de pequeno e médio porte é conhecido como “Subvenção Econômica” e não foi incluído aqui.

Após *bootstrap*, foi utilizada a mediana para se obter o escore de propensão que, por sua vez, possibilitou a definição dos grupos de controle e tratamento. Esta definição dos grupos foi feita a partir do procedimento de *kernel matching*. Por conta

da seleção das empresas dentro do suporte comum, o número de firmas do grupo controle foi reduzido de 113 mil para cerca de 1.8 mil. O grupo tratado foi reduzido para 330.

Uma vez definidos os grupos de tratamento e controle, foi feita uma avaliação das diferenças das médias desses dois grupos, avaliadas no ano anterior ao financiamento. A Tabela 5.2 mostra que os grupos, quando não pareados, apresentam diferentes valores médios das variáveis estudadas (p -valor $< 0,05$). Por outro lado, após o pareamento as firmas não apresentaram diferenças significantes para as médias das variáveis. Este resultado indica que as condições de balanceamento do *propensity score matching* foram satisfeitas. Como colocado por Araújo et al. (2010, p. 14), satisfazer a condição de balanceamento é fator essencial para eliminar o viés de seleção, além de indicar que as características das empresas no período pré-tratamento são homogêneas entre os grupos.

Variável	Amostra	Média		P-valor teste t
		Tratados	Não Tratados	
PoTec	Não pareada	49.5	0.6	0.0
	Pareada	47.0	22.9	0.2
Po	Não pareada	979.6	188.0	0.0
	Pareada	965.6	671.3	0.06
Exportações de Alta Tecnologia	Não pareada	1.1E+07	3.0E+06	0.0
	Pareada	4.5E+06	2.2E+06	0.2

Tabela 5.2

Diferenças entre os grupos antes e após o pareamento.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma vez que as firmas são similares antes de receber os incentivos, podemos avaliar a trajetória dos indicadores do momento em que as firmas tratadas acessaram os FS, e atribuir quaisquer diferenças de resultado ao apoio. Contudo, firmas podem seguir caminhos diferentes por conta dos diferentes montantes de recursos que receberam. Portanto, é necessário fazer um segundo pareamento, que leva em consideração os diferentes níveis de recursos ao generalizar o escore de propensão.

Isto é feito a partir do ajuste do modelo Gaussiano de acordo com a Eq. (8). O balanceamento (ou a verificação do Teorema 1) pode ser confirmado a partir de um exame das estatísticas t para o coeficiente de T^{A5} . Uma vez que o balanceamento é verificado, quaisquer diferenças nas trajetórias de resultados podem ser atribuídas às diferenças nas quantidades de incentivo, pois o viés associado aos diferentes níveis de tratamento foi eliminado. Novamente, a eliminação do viés é dependente da

⁵ Apesar deste diagnóstico de balanceamento não ser perfeito para detectar todos os desvios de independência dos níveis de tratamento em relação às covariáveis, valores das estatísticas t próximos de zero para T^A podem indicar um bom balanceamento (Imai e van Dyk, 2004, p. 856).

inclusão de todas as variáveis relevantes à regressão, e que podem afetar os níveis de investimento público.

A parte superior da Figura 5.1 mostra que os valores da estatística t , sem o controle pela função de propensão, variam de -5 até 6 . Quando esta função é adicionada à regressão, as estatísticas t para T^A aproximam-se muito de zero para todas as covariáveis (parte inferior da figura 4.1) e o balanceamento é satisfeito.

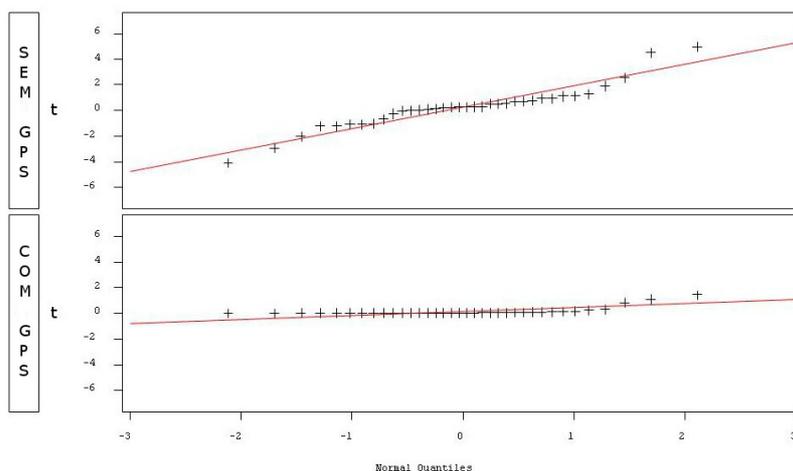


Figura 5.1

Valores das estatísticas t para cada covariável dos modelos controlados e não controlados pelo escore de propensão generalizado (GPS).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Depois de se verificar o balanceamento, foram calculados os decis desta função de propensão e as empresas foram classificadas nestes percentis de acordo com seus valores de $\hat{e}(\cdot | X)$, em grupos de tamanhos aproximadamente iguais. Os pesos w_{ij}^2 foram definidos pela quantidade de empresas tratadas classificadas em cada percentil.

Cada firma tratada tem um conjunto de firmas controle (definida no primeiro estágio, via *kernel matching*), de modo que a comparação descrita na Eq. (5) pode ser realizada. A avaliação do impacto é feita ao compararmos a diferença média entre os indicadores de resultado das firmas tratadas e não tratadas. Se a diferença for positiva, e estatisticamente significativa, então há evidências de adicionalidade e a política, de fato, estimula o investimento privado.

Em se tratando do tamanho da firma, a Tabela 5.3 indica que o efeito geral do incentivo público foi de, aproximadamente, 5,2%. Isso quer dizer que, se houvesse um aumento de 1% nos recursos disponibilizados pelos Fundos Setoriais, as empresas que receberam tais recursos cresceriam 5%.

Além do efeito geral, os impactos dos Fundos Setoriais nas empresas do decil 8 (recursos da ordem de R\$ 521 mil até R\$ 807 mil) foram positivos e significativos da

ordem de 4,7%, no ano em que as empresas receberam os incentivos. Os efeitos observados nos decis 2 e 6 ocorrem em um intervalo maior, com valores significativos da ordem de 5% a partir de três anos do recebimento dos recursos.

De forma geral, as empresas que receberam recursos cresceram à taxas relativas anuais (em relação ao ano de acesso) maiores que as empresas que não receberam. Isso significa que as empresas tratadas aumentaram mais seu tamanho, de um ano para o outro, do que as empresas que não receberam recursos. Porém, tal efeito não possui grande magnitude, pois todos os efeitos significativos foram menores que 1%. No efeito geral, se houvesse um aumento de 1% no valor fornecido pelo governo, o maior impacto seria observado em t_4 , com uma taxa de crescimento de 0,18%. Ao avaliar as faixas, o maior efeito em diferenças é observado no primeiro decil (empresas que receberam até R\$ 4.8 mil), com valor de 0,56%.

Valor do incentivo (R\$)	Decil	Tratados	Controles	Em nível					Em diferenças			
				t_0	t_1	t_2	t_3	t_4	t_1	t_2	t_3	t_4
Efeito Geral	-	330	1753	5.24*	5.32*	5.38*	5.86*	5.72*	0.09*	0.1*	0.1*	0.18*
- 4.838	1	33	160	5.31	5.56	5.65	5.76	5.59	0.25	0.35*	0.45*	0.56*
4.839 - 16.527	2	33	107	5.43	5.45	5.52	5.65*	5.57*	0.02	0.08	0.22*	0.28*
16.528 - 56.406	3	33	122	6.25	6.28	6.31	6.56	6.52	0.04*	0.07*	0	0.15*
56.407 - 112.473	4	33	254	4.03	4.2	4.16	2.75	3.21	0.12	0.08	0.91	1.37
112.474 - 222.222	5	33	245	4.92	4.96	5.17	0	0	0.19	0.3	0	0
222.223 - 349.816	6	33	141	5.05	5.43	6.04	5.3*	5.36*	0.11*	0.05	0.2*	0.34*
349.817 - 521.362	7	33	249	4.73	4.81	5.18	0	0	0.21	0.14	0	0
521.363 - 807.915	8	33	138	4.73*	5	4.66	0	0	0.15	0.83	0	0
807.916 - 1.417.064	9	33	142	5.35	5.46	6.77	0	0	0.18	0.68	0	0
1.417.065 -	10	33	195	6.66	6.82	5.75*	0	0	0.36	0.04*	0	0

Tabela 5.3

Estimativas para o log do Tamanho da Firma

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre as empresas exportadoras de produtos de alta intensidade tecnológica, o efeito geral do acesso aos Fundos Setoriais é positivo e crescente ao longo do tempo (Tabela 5.4). Uma vez que a maioria dos projetos não fornece retornos rápidos e o mercado externo necessita de um tempo para absorver novas tecnologias brasileiras, faz sentido o efeito geral em t_4 ser 1,6% maior que o efeito observado em t_0 .

Na avaliação por decil, percebe-se que o efeito no ano de acesso é significativo para os decis 1, 5 e 9. Neste último, as empresas que receberam recursos dos Fundos Setoriais entre R\$ 807 mil e R\$ 1.4 milhão exportaram, aproximadamente, 8% a mais em relação às empresas similares, que não acessaram. O efeito em t_4 é de forte intensidade para as empresas que receberam entre R\$ 16 mil e R\$ 56 mil (exportaram 10% a mais) e entre R\$ 222 mil e R\$ 349 mil (9% a mais).

As estimativas em diferenças para as exportações de alta tecnologia

demonstram um resultado, de certa maneira, esperado, pois firmas incentivadas deveriam exportar relativamente mais desses produtos ao longo dos anos. Contudo, “requisitos de competitividade internacional não capturados pelo modelo” (ARAÚJO et al., 2010, p. 16), fazem com que o impacto dos Fundos Setoriais nestes indicadores seja pequeno nos primeiros anos e maior com o passar do tempo (Tabela 5.4).

Tal resultado é similar ao visto no efeito geral, ou seja, além dos Fundos Setoriais auxiliarem no aumento do efeito contemporâneo, as empresas que acessaram tiveram uma taxa de exportações, em relação ao ano base, maior que as firmas que não receberam recursos.

Valor do incentivo (R\$)	Decil	Tratados	Controles	Em nível					Em diferenças			
				t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
Efeito Geral	-	330	1753	4.15*	4.22*	4.61*	5*	5.68*	0.22*	0.58*	0.63*	1.11*
- 4.838	1	33	160	5.08*	4.7*	5.67*	6.23*	5.41*	0	0.59	1.15	1.12
4.839 - 16.527	2	33	107	4.01	4.67	4.47	4.6	5.79*	0.66	0.46	0.59	1.34
16.528 - 56.406	3	33	122	6.43	6.85	7.85*	6.95	10.53*	0.49	1.49	0	2.38
56.407 - 112.473	4	33	254	2.63	2.97	4.26*	0	0	0.26	1.27	0	0
112.474 - 222.222	5	33	245	4.57*	4.62	7.09*	0	0	0	0.57	0	0
222.223 - 349.816	6	33	141	4.7	5.73	6.82	9.16*	9.31*	0.66*	0.47*	0.36*	0.66*
349.817 - 521.362	7	33	249	3.74	4.83	6.5	0	0	1.58	2.88	0	0
521.363 - 807.915	8	33	138	4.63	5.38	5.45	0	0	0.82	0	0	0
807.916 - 1.417.064	9	33	142	7.88*	5.53	5.17	0	0	0	0	0	0
1.417.065 -	10	33	195	6.38	6.56	0	0	0	0.85	0	0	0

Tabela 5.4

Estimativas para o log das Exportações de produtos de Alta Intensidade Tecnológica.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação ao investimento em P&D (sendo PoTec sua proxy), apenas o efeito geral no ano de acesso foi significativo (tabela 5.5). Em outras palavras, as empresas tratadas tiveram um aumento médio de 1,5% no investimento em P&D no tempo t₀, sendo que este valor cresce ao longo do tempo (com exceção de t₄, que possui leve queda em relação à t₃). A taxa de crescimento relativo no ano subsequente ao acesso também foi positiva (0,03%). Ou seja, não só as empresas tratadas investiram mais, como investiram em um ritmo superior às não tratadas. Assim, vê-se a consistência do efeito geral dos Fundos Setoriais ao longo do tempo, o que é condizente com seus propósitos.

Na avaliação por faixas, apenas os efeitos em prazos maiores (t₃ e t₄) para as empresas que receberam entre R\$ 222 mil e R\$ 349 mil foram significativos. Em outras palavras, se estas empresas recebessem recursos 1% maiores, seus investimentos em P&D seriam 4,5% em t₃ e 4,6% em t₄. Isto pode ser um indicativo da criação da cultura de inovação, ao menos nas empresas dessa faixa. Apesar de não

ter sido possível obter diferenças significativas para as outras faixas em todos os anos, a diferença média é sempre positiva e isto exclui um possível crowding-out dos investimentos privados.

Com os resultados do Tabela 5.5 pode-se perceber a importância que o apoio governamental tem sobre o investimento privado em P&D, principalmente para as empresas que receberam recursos de até R\$ 4.8 mil. Apesar do efeito geral não ter sido significativo, as empresas desse decil têm elevado significativamente suas taxas de investimento em P&D ao longo dos anos.

Valor do incentivo (R\$)	Decil	Tratados	Controles	Em nível					Em diferenças			
				t ₀	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄
Efeito Geral - 4.838	-	330	1753	1.53*	1.6*	1.63*	1.84*	1.83*	0.03*	0.02	0.03	0.12*
4.839 - 16.527	1	33	160	1.4	1.71	1.74	1.76	1.87	0.31*	0.34*	0.36*	0.57*
16.528 - 56.406	2	33	107	1.27	1.15	1.18	1.33	1.29	0	0	0.07	0.19
56.407 - 112.473	3	33	122	2.61	2.56	2.67	3.02	3.03	0	0	0	0.07
112.474 - 222.222	4	33	254	0.82	0.95	0.94	0	0	0.1*	0	0	0
222.223 - 349.816	5	33	245	1.34	1.37	1.64	0	0	0.03	0	0	0
349.817 - 521.362	6	33	141	1.36	1.72	2.72	4.55*	4.61*	0.09	0.15	0.35*	0.48*
521.363 - 807.915	7	33	249	1.3	1.48	2.29	0	0	0.14	0.31	0	0
807.916 - 1.417.064	8	33	138	1.32	1.47	1.68	0	0	0.05	0.07	0	0
1.417.065 -	9	33	142	1.59	2.11	4	0	0	0.14	0.16	0	0
	10	33	195	2.95	3.2	0	0	0	0.44	0	0	0

Tabela 5.5
Estimativas para o log dos Esforços Tecnológicos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

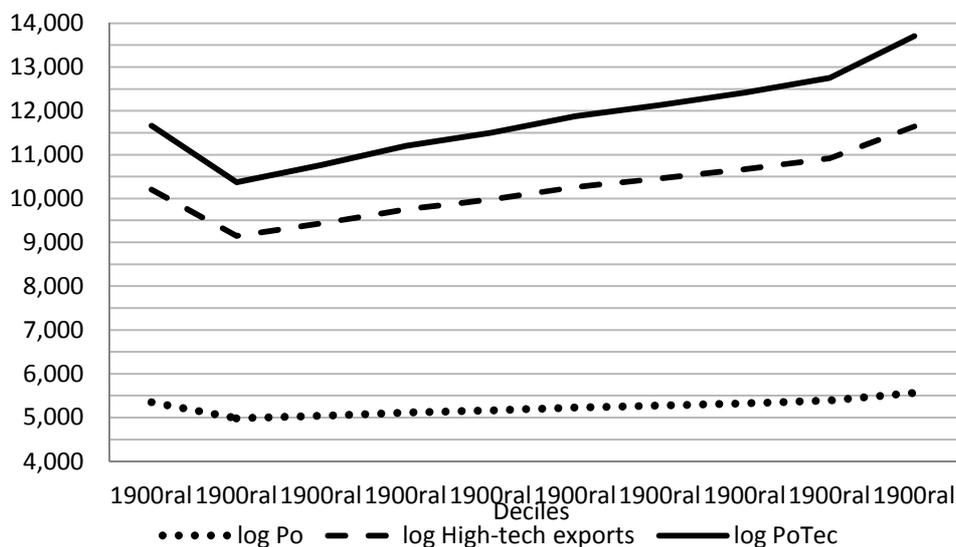


Figura 5.2
Impactos dos Fundos Setoriais no nível do tratamento, para cada variável resposta.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Finalmente, a metodologia usada neste trabalho permite a identificação do impacto dos Fundos Setoriais sobre o nível de tratamento para os indicadores de

resultados das empresas. Todas as curvas da figura 4.2 são decrescentes quando há uma variação do 1º decil (incentivos até R\$4.838) para o 2º decil (incentivos variando de R\$4.839 até R\$16.527). Mas, após esta queda inicial, todas as variáveis têm uma resposta crescente, com uma mudança positiva na inclinação no último decil (incentivos maiores que R\$1.4 milhões). Assim, os impactos dos Fundos Setoriais indicam uma relação quadrática em forma de “U”, o que sugere que estes recursos têm um impacto importante no início da distribuição e um impacto mais forte no final dela (Figura 5.2).

6. Comentários Finais

Seguindo os passos de países desenvolvidos, que possuem o incentivo à inovação como centro da agenda de política industrial, e com a percepção de que a mudança tecnológica é fator determinante para seu crescimento e desenvolvimento, o Brasil tem transformado sua política industrial para abrigar mecanismos de apoio à inovação. No final dos anos 1990, principalmente com a criação dos Fundos Setoriais, o Brasil inaugurou a fase de desenvolvimento via inovação (2000-presente). As mudanças nos marcos legais desta década, com a institucionalização desses fundos e a criação da Lei da Inovação e da Lei das Patentes, têm contribuído para a criação de uma cultura de inovação tecnológica nacional.

Essa cultura é importante, pois a inovação tecnológica é uma atividade necessária para o crescimento sustentável das economias e, também, para a sobrevivência das empresas nos mercados competitivos, pois é o motor do aumento da produtividade. Porém, as relações de produção de inovações possuem elevado grau de incerteza, uma vez que não há garantias da sua aplicabilidade ou de que o mercado consumidor conseguirá absorvê-la e, por conseqüência, o volume investido é sub-ótimo.

Entretanto, por conta dos transbordamentos positivos, tais atividades devem ser realizadas mesmo se os retornos esperados forem inferiores aos investimentos feitos. Contudo, em uma economia competitiva no qual as empresas privadas desejam maximizar seus lucros é um tanto ingênuo esperar que as firmas invistam em algo que o retorno esperado é baixo.

Por isso, ao se levar em consideração o crescimento do número de políticas brasileiras de incentivos, percebe-se que o número de empresas que utilizam algum dos mecanismos e o volume investido são inferiores aos níveis desejáveis. Isso pode ocorrer porque algumas firmas simplesmente não conhecem os mecanismos ou a

burocracia é tão grande que impede ou torna custosa sua utilização. Todavia, estes instrumentos podem ser os “gatilhos” que permitem algumas empresas iniciar (ou manter) projetos inovativos.

Os Fundos Setoriais são instrumentos que foram criados para fornecer uma fonte de recursos ampla e contínua para investimento em C&T, e funcionam como um mecanismo de vinculação das receitas obtidas em setores específicos às despesas destes mesmos setores. Atualmente, são considerados importantes instrumentos de promoção da inovação, seja através de parcerias entre universidades, o setor produtivo e instituições de ciência e tecnologia, ou seja através dos incentivos aos investimentos privados em P&D.

Por conta da magnitude dos recursos ofertados às empresas através dos Fundos Setoriais (cerca de R\$ 1 bilhão nos últimos anos, se somados os valores de Subvenção e Crédito), é importante fazer uma avaliação da eficácia desse instrumento. Vários trabalhos foram feitos nos últimos anos para avaliar este mecanismo, sendo que um dos trabalhos mais recentes é o de Araújo et al. (2010), no qual os autores avaliam o efeito da presença destes incentivos. Em outras palavras, os autores avaliam qual foi o efeito dos Fundos Setoriais nas empresas que acessaram, em relação às que não acessaram.

Apesar desse tipo de avaliação ser muito importante, pode-se perder algumas informações nesse tipo de estimação dicotômica e uma evolução natural dessas avaliações considera os diferentes montantes de incentivo que as empresas recebem, pois tais diferenças podem ter impactos distintos no investimento privado. Com esse objetivo de avaliar se diferentes montantes estimulam mais (ou menos) o investimento privado em P&D e de forma a complementar o trabalho de Araújo et al. (2010), optou-se por utilizar, aqui, uma avaliação que considera o volume dos recursos, e não apenas sua presença. Ao utilizar as técnicas econométricas sofisticadas acredita-se que boas estimativas dos efeitos dos diferentes valores de recursos possam ser obtidas. Com essas técnicas, pode-se afirmar que as diferenças observadas entre os indicadores utilizados ocorrem por conta de determinado valor dos Fundos Setoriais.

Este trabalho utilizou uma base de dados composta por 344 empresas que acessaram os Fundos Setoriais entre 2001 e 2007 e cerca de 113 mil empresas que não acessaram. Convém deixar claro que não foi feita uma distinção entre empresas que se engajaram em projetos cooperativos e empresas que receberam créditos com juros subsidiados, de modo que foram estimados os impactos dos Fundos Setoriais de uma forma geral. Além disso, por conta das limitações das informações das bases de

dados, não foram incluídas as empresas que acessaram o mecanismo de subvenção econômica.

O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito dos Fundos Setoriais nos indicadores de desempenho e de esforço tecnológico das firmas. Em especial, deseja-se saber se os recursos destinados às empresas têm um efeito de aumentar (ou complementar) o investimento privado em P&D, ou se há uma substituição dos recursos.

Em outras palavras, a avaliação dos esforços tecnológicos se traduz em uma estimação de quanto os recursos públicos estão estimulando o investimento privado. Avaliou-se, neste caso, a hipótese de que o Governo investe R\$ 1,00 em P&D nas firmas particulares e estas não igualam tal investimento. Em relação aos indicadores de desempenho, procurou-se saber se os recursos utilizados têm efeito de aumentar o tamanho das empresas e aumentar o valor das exportações de produtos de alta intensidade tecnológica. Para os dois casos, a hipótese é similar à acima.

Para que tal estimação pudesse ser feita, era necessária a definição de grupos de empresas comparáveis, tanto em suas características (tamanho, setor industrial, etc.), quanto em relação aos recursos que receberam através dos FS. A criação dos grupos de empresas tratadas com características semelhantes, e diferentes apenas quanto ao acesso aos Fundos Setoriais, foi feita a partir do pareamento a partir da função de propensão (ou score de propensão generalizado – *generalized propensity score*). O balanceamento foi satisfatório e, com uma base formada por firmas comparáveis, pôde-se proceder às análises propostas.

De modo geral, o efeito dos Fundos Setoriais no tamanho da firma foi positivo e significativo. Em média, se o governo fornecesse 1% a mais de recursos para as firmas que acessaram esse instrumento, elas seriam 5% maiores que as firmas que não acessaram. Em especial, firmas que receberam recursos da ordem de R\$ 521 mil e R\$ 807 mil cresceriam 4,7% no ano do acesso, caso o valor fornecido fosse 1% maior. Para outras duas faixas de incentivo entre R\$ 4.8 mil e R\$ 16.5 mil e entre R\$ 222 mil e R\$ 349 mil este efeito só foi observado a partir do terceiro ano de acesso, com valores significativos da ordem de 5%. Nestas faixas, este efeito pode significar uma redução dos custos marginais do capital das empresas. Se as firmas possuem um dispêndio menor com seus projetos de P&D, podem utilizar o capital “poupado” para contratar mais funcionários e aumentar seu tamanho. Porém, este aumento de tamanho não é substancial, uma vez que o estimador DID, que mede a taxa de crescimento das empresas que acessaram os fundos vis-à-vis as empresas que não acessaram, indicou um efeito geral positivo (e significativo) menor que 0,2%.

O impacto geral dos incentivos observado nas exportações de produtos de alta intensidade tecnológica também foi positivo, além de ser estritamente crescente ao longo do tempo, passando de 4% no ano do acesso para 5,7% quatro anos após. As estimativas DID mostram que a taxa de crescimento das exportações das empresas incentivadas é maior que as taxas daquelas que não receberam recursos. Esse resultados indicam o ganho que as empresas têm ao investir em inovação, pois o retorno desses dispêndios fornece tecnologias que permitem que estas empresas sejam mais competitivas no mercado internacional.

O valor do coeficiente geral do investimento privado em P&D, medido pela variável PoTec (proxy para o investimento privado em P&D) foi de 1,5 e significativo. Isso significa que se o governo aumentar em 1% o volume dos recursos disponibilizados, as empresas iriam investir 1,5% a mais no ano em que tiveram acesso à tais recursos. Ademais, este efeito é crescente com o passar do tempo, pois vê-se que quatro anos após o acesso, as empresas investem cerca de 1,8% a mais. Este efeito adicionalidade, apesar de ser pequeno, foi significativo e permite rejeitar a hipótese de crowding-out, além de dar força à hipótese de que os Fundos Setoriais criam uma cultura de inovação nessas firmas.

Além desses resultados, o método utilizado aqui permite avaliar o impacto sobre o nível de tratamento dos indicadores de tamanho, exportações e gasto em P&D. Nos três casos, os resultados mostram uma relação quadrática em forma de “U”, onde há uma queda do impacto entre as duas faixas mais baixas, um crescimento quase linear a partir da segunda faixa até a nona faixa e um salto na última faixa.

Tal formato sugere que tais recursos têm mais impacto nas extremidades da distribuição, isto é, eles têm impacto relativo mais forte para as firmas muito pequenas (que participam de editais de valor muito reduzido, e que por serem pequenas o impacto relativo é majorado) e para as firmas médias ou grandes (que participam de editais de valores mais altos). Contudo, há de se considerar que o último decil – para o qual os impactos são supostamente maiores – não implica em projetos tão caros, pois a distribuição dos incentivos da FINEP é tão assimétrica à esquerda que um projeto de inovação de R\$ 1,5 milhão já se encontraria no último decil.

Não obstante, deve-se ter cuidado ao generalizar os resultados obtidos neste estudo, pois algumas limitações quanto às informações presentes nas bases de dados e nas próprias metodologias se fazem presentes e devem ser explicitadas.

Em primeiro lugar, os indicadores de esforços tecnológicos e de crescimento da empresa utilizados neste trabalho não são os mais indicados. Sabe-se que uma

avaliação do crescimento da empresa pelo aumento do número de pessoas ocupadas não leva em consideração o ganho de produtividade fornecido pelas inovações tecnológicas. Desta forma, pode haver casos nos quais as empresas não tiveram variação positiva do seu pessoal ocupado e, portanto, nesta análise não seriam observados efeitos significantes dos incentivos. Uma forma de se avaliar adequadamente o crescimento da empresa seria pelo seu faturamento. Todavia, a ausência desta informação impôs o uso desta proxy como second-best.

Um segundo problema surge a partir da metodologia. Os vários estágios subseqüentes das estimativas carecem de uma definição formal para suas variâncias. Sendo estes parâmetros de suma importância dentro da Estatística e fundamentais para testar as hipóteses relacionadas às estimativas dos modelos, devem ser calculados considerando-se os erros de previsão dos estágios anteriores. Definir e provar as propriedades assintóticas destes estimadores ficam como sugestões para trabalhos futuros.

A cultura da inovação depende muito do país no qual a empresa está inserida, além de fatores como o tamanho da empresa e o setor econômico no qual ela se enquadra. O histórico da política industrial brasileira mostra que, aos poucos e tardiamente, estamos criando esta cultura e nos transformando em uma economia baseada em conhecimento. Essa transição fornece uma melhora dos processos econômicos, pois eleva o nível de conhecimento necessário, tanto por parte dos consumidores (para que possam utilizar as tecnologias novas), quanto da parte dos produtores (para se manterem competitivos).

Contudo, com a recente crise econômica, vários problemas estruturais que o Brasil possui (como educação de má qualidade, problemas na infraestrutura, etc.⁶) precisam ser levados em consideração, pois eles têm uma influência direta na qualidade da indústria. As políticas públicas que forem pensadas para tratar desses problemas devem colocar a inovação no centro de sua estratégia e trabalhar de forma ampliar a estrutura de apoio às empresas, olhando para o conjunto do sistema produtivo.

Com setores mais competitivos e intensivos em conhecimento, o Brasil poderá satisfazer a necessidade internacional por produtos além de *commodities*. Não que a exportação de tais produtos seja de todo ruim, mas ter uma pauta de exportações majoritariamente primária é factível em uma análise de curto prazo – por conta do aumento das receitas de exportações – porém, é um cenário ruim para o longo prazo,

⁶ Recentemente, a CNI (2010) organizou e relacionou 12 fatores que influenciam a competitividade das empresas e que precisam ser revistos para que a indústria brasileira seja competitiva.

justamente por afetar a competitividade de setor industrial nacional (fenômeno conhecido como a “doença holandesa”).

Este trabalho mostrou que há espaço para promover as mudanças necessárias para que o país tome um passo maior em direção ao desenvolvimento industrial. Apesar do impacto geral dos FS ser pequeno no investimento em P&D, este efeito foi mais que proporcional ao valor dos recursos disponibilizados pelo governo. Ademais, o impacto que os recursos dos Fundos Setoriais tiveram nos indicadores de tamanho da firma e, principalmente, de exportações de produtos com alto valor agregado mostra o quanto tais recursos são importantes para a transição supramencionada.

Referências Bibliográficas

Adorno, V.; Bernini, C. & Pellegrini, G. (2007), The Impact of Capital Subsidies: New Estimations Under Continuous Treatment, *Giornale degli Economisti e Annali di Economia* **66**(1), 67-92.

Aerts, K. & Thorwarth, S. (2008), *Additionality effects of public R&D funding: "R" versus "D"*, Technical report, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium, Open Access publications from Katholieke Universiteit Leuven, 21.

Almus, M. & Czarnitzki, D. (2003), The Effects of Public R&D Subsidies on Firms' Innovation Activities, *Journal of Business and Economic Statistics* **21**(2), 226-36.

Araújo, B. C.; Cavalcante, L. R. & Alves, P. (2009), Variáveis proxy para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). *Radar nº 5 - Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, IPEA, Brasília, pp. 16-21.

Araújo, B. C.; Pianto, D.; De Negri, F.; Cavalcante, L. R. & Alves, P. (2010), Impacts of the Brazilian science and technology sector funds on the industrial firms' R&D inputs and outputs, *In: FOURTH CONFERENCE ON MICRO EVIDENCE ON INNOVATION IN DEVELOPING ECONOMIES*. Tartu, Estônia.
Disponível: <http://www.merit.unu.edu/MEIDE/papers/2010/Araujo_et_al.pdf>.

Aschhoff, B. (2009), *The effect of subsidies on R&D investment and success: do subsidy history and size matter?*, Technical report, ZEW - Centre for European Economic Research, Germany, Discussion Paper nº 09-032.

Avellar, A. P.; Kupfer, D. (2008), Avaliação de Impacto de Programas de Incentivos Fiscais e Incentivos Financeiros à Inovação no Brasil em 2003, *In: XXXVI Encontro Brasileiro de Economia (ANPEC)*. Salvador, Brasil.
Disponível: <<http://www.anpec.org.br/encontro2008/artigos/200807211230280-.pdf>>;

Bastos, V. D. (2003) Fundos Públicos para Ciência e Tecnologia. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 20, p. 229–260.

Blank, D. M. & Stigler, G. J. (1957), *The Demand and Supply of Scientific Personnel*, National Bureau of Economic Research.

Busom, I. (2000), An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies, *Economics of Innovation and New Technology*, **9**(2), 111-48.

CNI (2010), Agenda para Inovação. In: *A Indústria e o Brasil: Uma agenda para crescer mais e melhor*. Brasília, Brasil.

Disponível:

<<http://www.industriatempresa.com.br/flip/agenda/files/assets/downloads/publication.pdf>>

De Negri, F.; De Negri, J. A. & Lemos, M. B. (2009), Impactos do ADTEN e do FNDCT sobre o Desempenho e os Esforços Tecnológicos das Firms Industriais Brasileiras, *Revista Brasileira de Inovação*, **8**, 211-254.

Duguet, E. (2004), 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*, **114**(2), 263-292.

FINEP (2011a), *Relatório de Gestão do Exercício de 2010 - FNDCT*, Ministério da Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro. Available at:

<download.finep.gov.br/processosContasAnuais/relatorio_gestao_fndct_2010.pdf>.

FINEP (2011b), *Relatório de Gestão do Exercício de 2010 - FINEP*, Ministério da Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro. Available at:

<download.finep.gov.br/processosContasAnuais/relatorio_gestao_finep_2010.pdf>.

Flores, C. A. (2005), 'Estimation of Dose-Response Functions and Optimal Treatment Doses with a Continuous Treatment', PhD thesis, University of California at Berkeley.

Garcia, A. & Mohnen, P. (2010), *Impact of government support on R&D and innovation*, Maastricht, The Netherlands, UNU-MERIT Working Paper Series nº 2010-034.

González, X.; Jaumandreu, J. & Pazó, C. (2005), Barriers to innovation and subsidy effectiveness, *The RAND Journal of Economics* **36**(4), 930-950.

Guimarães, E. A. (2006) *Políticas de Inovação: Financiamento e incentivos*. Brasília: IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Texto para Discussão nº 1212.

Gusso, D. (2006), Agentes da inovação: quem os forma, quem os emprega?, In: J. A De Negri; F. De Negri & D. Coelho, ed., *Tecnologia, exportação e emprego*, IPEA, Brasília.

Hirano, K. & Imbens, G. W. (2005), *The Propensity Score with Continuous Treatments*, John Wiley & Sons Ltd.

Imai, K. & van Dyk, D. A. (2004), Causal Inference With General Treatment Regimes, *Journal of the American Statistical Association* **99**(467), 854-866.

Imbens, G. (2000), The Role of the Propensity Score in Estimating Dose-Response Functions, *Biometrika* **87**(3), 706--710.

Lach, S. (2002), Do R&D Subsidies Stimulate or Displace Private R&D? Evidence from Israel, *The Journal of Industrial Economics* **50**(4), 369-90.

Lechner, M. (2001), Identification and estimation of causal effects of multiple

treatments under the conditional independence assumption, *In: M. Lechner & F. Pfeiffer, ed., Econometric evaluation of labour market policies*, Physica, New York.

Lechner, M. (2004), *Sequential Matching Estimation of Dynamic Causal Models*, Technical Report, IZA Discussion Papers nº 1042.

Melo, L. M. de. (2009) Financiamento à Inovação no Brasil: Análise da aplicação dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) de 1997 a 2006. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 87–120.

Takalo, T.; Tanayama, T. & Toivanen, O. (2008), *Evaluating innovation policy*, Bank of Finland, Discussion Papers nº 7-2008.

Wallsten, S. J. (2000), The Effects of Government-Industry R&D Programs on Private R&D, *The RAND Journal of Economics* **31**(1), 82--100.