1737
TEXTO PARA DISCUSSÃO

ipea

IMPACTOS DOS FUNDOS SETORIAIS NAS EMPRESAS

Bruno César Araújo
Fernanda De Negri
Luiz Ricardo Cavalcante
Donald Pianto
Patrick Alves

ipea 47 anos
Por um Brasil desenvolvido

1737

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Rio de Janeiro, maio de 2012

IMPACTOS DOS FUNDOS SETORIAIS NAS EMPRESAS*

Bruno César Araújo**
Fernanda De Negri**
Luiz Ricardo Cavalcante**
Donald Pianto***
Patrick Alves****

*Os autores agradecem a Erick Damasceno e a Gustavo Alvarenga pelo auxílio com os bancos de dados, sem, naturalmente, responsabilizá-los por eventuais erros e omissões nos resultados e conclusões aqui expressos.
**Técnicos de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.
***Professor-adjunto do Departamento de Estatística (EST) da Universidade de Brasília (UnB).
****Bolsista do Programa de Pesquisa para Desenvolvimento Nacional (PNPD) do Ipea.

Governo Federal

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
Ministro Wellington Moreira Franco

ipea **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente
Marcio Pochmann

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Geová Parente Farias

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais, Substituto
Marcos Antonio Macedo Cintra

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
Alexandre de Ávila Gomide

Diretora de Estudos e Políticas Macroeconômicas
Vanessa Petrelli Corrêa

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Francisco de Assis Costa

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura
Carlos Eduardo Fernandez da Silveira

Diretor de Estudos e Políticas Sociais
Jorge Abrahão de Castro

Chefe de Gabinete
Fabio de Sá e Silva

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação
Daniel Castro

URL: http://www.ipea.gov.br
Ouvidoria: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria

Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

ISSN 1415-4765

JEL: O31

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 7

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 8

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 14

4 RESULTADOS 23

5 CONCLUSÕES 28

REFERÊNCIAS 29

SINOPSE

Os fundos setoriais foram instituídos no final da década de 1990 com o propósito de criar condições mais estáveis de financiamento público às atividades de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil. De maneira análoga ao que se observa com outros instrumentos de incentivo à inovação nas empresas, a expectativa é que o acesso aos fundos setoriais contribuiria para o aumento dos esforços tecnológicos e para o alcance de melhores resultados pelas empresas. O objetivo deste trabalho é, portanto, avaliar o impacto desses fundos sobre o esforço tecnológico e sobre os resultados das empresas industriais no Brasil no período entre 2001 e 2006. A base teórica para a discussão é a literatura internacional que tem, recorrentemente, questionado o efeito *crowding in* ou *crowding out* de políticas de apoio à inovação nas empresas. Esses trabalhos buscam verificar se as políticas adotadas complementam os recursos alocados nas atividades de inovação pelas empresas ou se haveria simplesmente a substituição desses últimos pelos recursos públicos. Neste artigo, uma técnica *quasi*-experimental é aplicada para comparar as empresas que acessaram os fundos setoriais com aquelas que não os acessaram, usando dados de painel que incluem informações sobre esforços tecnológicos e resultados. O grupo de controle é definido com base no algoritmo de Propensity Score Matching (PSM) visando eliminar o viés de seleção no acesso aos fundos que faz com que, *a priori*, as empresas que acessam esses recursos trilhem uma trajetória distinta das empresas que não acessam. Estimativas das diferenças percentuais das taxas de crescimento dos esforços tecnológicos indicam um significativo descolamento entre os grupos de tratamento e controle e permitem que se rejeite a hipótese de *crowding out*. Os fundos setoriais apresentam ainda um impacto positivo e significativo no pessoal ocupado total, embora apenas um impacto marginalmente significante nas exportações de alto conteúdo tecnológico tenha sido observado, após quatro anos, nas empresas que compõem o grupo de tratamento. Adicionalmente, uma análise preliminar dos impactos dos diferentes instrumentos que compõem os fundos setoriais permite associar a maior parte dos impactos dos recursos à concessão de crédito em condições mais favoráveis.

Palavras-chave: Fundos setoriais, políticas de inovação, pesquisa e desenvolvimento, adicionalidade.

ABSTRACT[i]

The Brazilian science and technology sectoral funds were established at the end of the 1990s, aiming at providing more stable financial resources to science, technology, and innovation (ST&I) activities in the country. Similarly to other instruments used to foster innovation at the firm level, the sectoral funds are expected to increase firms' technological efforts as well as their result indicators. The aim of this paper is to evaluate the impacts of these funds on the industrial firms' R&D inputs and outputs in Brazil during the period between 2001 and 2006. Several papers have discussed the additionality or crowding out effects of innovation policies that involve grants and fiscal incentives, for example. In this paper, the firms which accessed the sectoral funds are compared with the ones which did not, based upon the path followed by their indicators of technological efforts (R&D inputs) and results (R&D outputs). The control group was defined using a Propensity Score Matching (PSM) procedure aiming at reducing the selection bias that makes firms which accessed the funds follow a different path when compared to the ones that did not. Percentage difference-in-differences indicate a significant detachment between the technological efforts of the treatment and control groups and permit the hypothesis of crowding out to be rejected. The sectoral funds also presented a significant and positive impact on the number of employees, although only a marginally significant impact on high-tech exports was observed four years after the treatment. Additionally, a preliminary analysis of the impacts of the different instruments that form the sectoral funds suggests that most impacts observed in the technological efforts can be associated to the credit at favorable conditions.

Keywords: Sectoral funds, innovation policies, research and development, crowding in.

i. *The versions in English of the abstracts of this series have not been edited by Ipea's editorial department.*
As versões em língua inglesa das sinopses (*abstracts*) desta coleção não são objeto de revisão pelo Editorial do Ipea.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é avaliar o impacto dos fundos setoriais sobre o esforço tecnológico e sobre os resultados das empresas industriais no Brasil no período entre 2001 e 2006. Os fundos setoriais foram instituídos no final da década de 1990 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 por que esses recursos têm sido um dos principais instrumentos da política nacional de CT&I para apoiar a disseminação da inovação no setor produtivo.

De maneira análoga ao que se observa com outros instrumentos de incentivo à inovação nas empresas – como o terceiro capítulo da chamada Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) e a Lei de Informática (Leis nº 8.248/1991 e nº 10.176/2001) –, a expectativa é que o acesso aos fundos setoriais contribuiria para o aumento dos esforços tecnológicos e para o alcance de melhores resultados pelas empresas. Em última análise, o objetivo seria a geração de externalidades positivas para o conjunto da sociedade. Assim, em linhas gerais, o argumento subjacente aos incentivos governamentais à inovação no setor produtivo apoia-se em duas premissas fundamentais: *i*) os retornos sociais dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) são, em geral, superiores a seus retornos privados em virtude da impossibilidade de se apropriarem plenamente seus resultados no interior da empresa; e *ii)* os elevados níveis de incerteza associados às atividades de inovação inibem a captação de recursos privados externos para financiar as atividades de P&D (ARROW, 1962; HALL, 1992 *apud* ASCHHOFF, 2009, p. 1).

Embora a hipótese de que o acesso aos instrumentos de políticas de inovação traria benefícios para as empresas seja razoável e amparada em uma ampla variedade de políticas públicas adotadas nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o fato é que não há, ainda, evidências robustas que a comprovem para o caso do Brasil.[1] Com efeito, a literatura internacional sobre

1. Para um relato das políticas de apoio à inovação nas empresas adotadas nos países da OCDE, ver, por exemplo, OCDE (1999).

o tema tem, recorrentemente, questionado o efeito *crowding in* ou *crowding out* de políticas de apoio à inovação nas empresas.[2] Essencialmente, esses trabalhos buscam investigar se os recursos seriam usados de forma complementar aos recursos alocados pelas empresas ou se haveria simplesmente a substituição desses últimos pelos recursos públicos. Trata-se, em suma, de verificar se os recursos têm sido alocados de maneira eficiente para garantir um maior envolvimento do setor produtivo com as atividades de inovação.

Este trabalho está segmentado em mais quatro seções além desta introdução. Na seção 2, discutem-se os fundamentos teóricos sobre os quais se apoia a avaliação. Basicamente, sistematizam-se os métodos e resultados obtidos por autores que investigaram o impacto de políticas de incentivo à inovação sobre o setor produtivo em outros países. Com base nessa revisão bibliográfica, propõem-se, na terceira seção, os métodos empregados para a avaliação dos impactos dos fundos nas empresas. Em particular, procura-se destacar os procedimentos adotados para a definição dos grupos de tratamento e de controle e para evitar o viés de seleção tipicamente observado em avaliações dessa natureza. Os resultados da avaliação são discutidos na seção 4. Finalmente, as principais conclusões do trabalho são apresentadas na quinta e última seção.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao longo dos últimos dez anos, um vasto conjunto de trabalhos sobre os impactos de políticas públicas de inovação sobre as empresas tem sido publicado. O crescimento do número de publicações pode ser creditado à disseminação de políticas voltadas para o apoio à inovação nas empresas, em oposição às ações tradicionais de suporte à produção científica. Isso, é claro, não quer dizer que não tenha havido trabalhos que, antes do final da década de 1990, tenham se debruçado sobre esse tema.

David, Hall e Toole (2000), ao sistematizarem grande parte dos trabalhos publicados sobre o tema até o final dos anos 1990, registram que esses estudos podem ser segmentados em quatro grandes blocos: *i*) estudos *cross-section* no nível

2. Várias dessas referências são discutidas na seção 2 deste trabalho. Em particular, David, Hall e Toole (2000) sistematizam os resultados obtidos por diversos estudos publicados entre meados da década de 1960 e 2000.

microeconômico; *ii*) dados de painel no nível microeconômico; *iii*) estudos agregados ou macroeconômicos; e *iv*) estudos, macro ou microeconômicos, que buscam considerar a simultaneidade dos gastos públicos e privados em P&D, especialmente através do uso de variáveis instrumentais. Ao analisar especificamente os incentivos fiscais para as atividades de P&D, Hall e Van Reenen (2000), por sua vez, segmentam a literatura em três blocos principais: *i*) estudos de casos e eventos; *ii*) experimentos naturais usando equações de demanda de P&D e um parâmetro *shift* para o crédito; e *iii*) *quasi*-experimentos usando estimativas de elasticidades de preços.

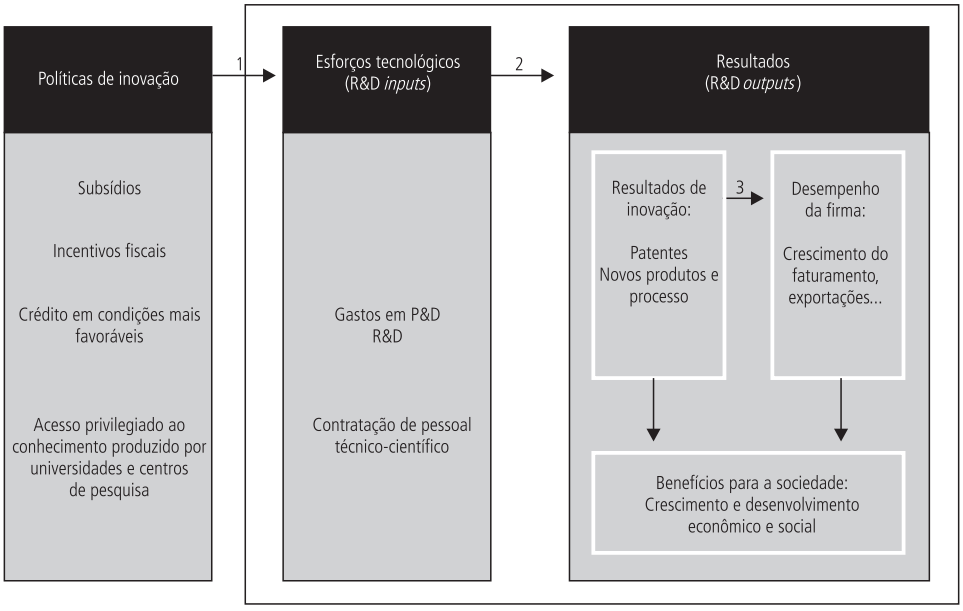
David, Hall e Toole (2000) destacam também que Hamberg (1966 *apud* DAVID; HALL; TOOLE, 2000) teria sido o primeiro a usar regressões econométricas de dados de firmas individuais para verificar a relação entre os gastos públicos e privados em P&D. Na década de 1980, Lichtenberg (1984, 1987, 1988 *apud* DAVID; HALL; TOOLE, 2000) publicou uma série de trabalhos sobre o tema buscando propor modelos mais consistentes e empregar técnicas econométricas mais sofisticadas. Em que pese o avanço representado por trabalhos como esses, o fato é que, antes do final da década de 1990, não se empregavam técnicas que visavam evitar o viés de seleção e a endogeneidade tipicamente observados quando se avaliam impactos de políticas de inovação.

Essas limitações começaram a ser superadas ao longo dos últimos dez anos, quando os trabalhos passaram a empregar técnicas estatísticas que buscavam levar em consideração que as empresas capazes de ter acesso aos instrumentos de política de inovação teriam características distintas daquelas que não tinham essa possibilidade. Como resultado, atualmente, a maioria das análises evita comparar diretamente as empresas que tiveram e as que não tiveram acesso aos instrumentos de política de inovação. Conforme descrito em detalhes na seção 3 deste trabalho, esses procedimentos consistem, essencialmente, em identificar grupos de empresas que teriam tido chances similares de acessar os instrumentos, para, em seguida, comparar aquelas que os acessaram com aquelas que não os acessaram. Procedimentos dessa natureza, adotados, por exemplo, por Busom (1999), são hoje razoavelmente consensuais nas avaliações de políticas públicas de inovação realizadas desde então. De fato, uma vasta produção bibliográfica – especialmente de autores ligados ao Centre for European Economic Research (ZEW) – tem buscado verificar o impacto de políticas públicas de P&D nas empresas.

A lógica subjacente às análises pressupõe, embora nem sempre de forma explícita, uma relação de causalidade entre o acesso às políticas de inovação, os esforços tecnológicos

das empresas e a obtenção de algum tipo de resultado. Conforme indicado na figura 1, as políticas de inovação envolvem um conjunto de instrumentos que vão de subsídios (*grants*) e incentivos fiscais e financeiros até o acesso privilegiado ao conhecimento produzido por universidades ou centros de pesquisa. Os esforços tecnológicos (R&D *inputs*), por sua vez, são frequentemente aferidos por meio dos gastos empresariais em P&D, embora, nas circunstâncias em que esses dados não estejam disponíveis, outras *proxies* – especialmente aquelas relacionadas com a contratação de pessoal técnico-científico – possam ser usadas. Já os resultados (R&D *outputs*) podem estar associados ao incremento dos resultados de inovação (por exemplo, a obtenção de patentes ou a introdução de produtos inovadores no mercado), ao desempenho da firma (por exemplo, o aumento do faturamento ou de suas exportações de alto conteúdo tecnológico) e às externalidades positivas para o conjunto da sociedade. Na prática, essa última categoria – que constitui, em última análise, a razão de ser das políticas – não é considerada nas avaliações em virtude da impossibilidade de quantificá-las de forma objetiva.[3]

FIGURA 1
Estrutura lógica das pesquisas sobre impactos de políticas de inovação nas empresas



Fonte: Elaboração dos autores.

3. Trata-se de uma limitação severa, mas especialmente incontornável e extensiva à avaliação de qualquer política pública. A impossibilidade de se avaliarem de forma quantitativa as externalidades sugere que pode haver circunstâncias em que os resultados são apropriados por outros atores sociais, e não pelas empresas; assim, se os impactos forem reduzidos para a firma isso não quer dizer, necessariamente, que a política foi malsucedida.

Não há dúvida que a maioria dos trabalhos sobre o tema concentra-se na avaliação dos impactos das políticas públicas de inovação sobre os esforços tecnológicos das empresas (a seta indicada pelo número 1 na figura 1). Em particular, predominam trabalhos de avaliação de impactos de programas de subsídios e de incentivos fiscais sobre os gastos empresariais em P&D (ver, por exemplo, ALMUS; CZARNITZKI, 2003). Nesses casos, não se investiga se os esforços tecnológicos geram algum tipo de resultado, mas apenas se as políticas geram esforços tecnológicos (isto é, se há *crowding in* ou *crowding out* em decorrência das políticas adotadas). Do ponto de vista metodológico, predominam as técnicas de *matching* não paramétrico descritas na terceira seção deste artigo. Aschhoff (2009, p. 3) menciona cerca de 20 estudos que avaliam os efeitos dos subsídios públicos à P&D sobre os gastos privados nessas atividades. Essa autora destaca que a maioria dos trabalhos conclui ser possível rejeitar a hipótese de *full crowding out*, embora os resultados estejam longe de levar a um consenso. Um exemplo desse tipo de análise pode ser visto em Almus e Czarnitzki (2003). Esses autores analisam os impactos dos subsídios à inovação concedidos a empresas da antiga Alemanha Oriental sobre seus gastos em P&D. Os autores usam o *matching* não paramétrico para evitar o viés de seleção, controlando por vasto conjunto de variáveis que envolvem, inclusive, o setor de atuação, o tamanho da firma (medido pelo seu pessoal ocupado), o nível de internacionalização (exportações e importações, por exemplo), a concentração setorial e a origem do capital (se proveniente da então Alemanha Oriental, da Alemanha Ocidental ou de outro país). A principal conclusão é que o acesso aos subsídios aumenta os esforços tecnológicos das empresas em cerca de 4%. Um exercício similar, para o caso brasileiro, foi publicado por Avellar (2008), que avaliou os impactos do Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI) e conclui que o acesso ao programa leva as empresas beneficiárias a dobrarem seus investimentos em P&D.

A produção teórica sobre o tema não tem se limitado a tratar do possível efeito *crowding out*, uma vez que alguns trabalhos buscam avaliar a efetividade das políticas públicas de inovação levando em conta o custo a elas associado. 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. De forma geral, prevalece, nesse tipo de trabalho, a regra *one-to-one*. Contudo, a análise de efetividade não requer a adoção dessa premissa tendo em

vista as externalidades positivas que se associam às atividades de P&D (MOHNEN; LOKSHIN, 2009).

Alguns trabalhos estendem a análise descrita aos resultados associados ao desempenho inovador da empresa, alcançando a seta número 2 na figura 1. Aschhoff (2009), por exemplo, verifica os impactos de subsídios governamentais nos *inputs* e *outputs* das atividades de P&D nas empresas na Alemanha. Em particular, os resultados são aferidos com base em patentes e na introdução de novos produtos no mercado. Trabalhos como esse, entretanto, não avaliam os resultados mensurados com base no desempenho das empresas (crescimento do faturamento, da produtividade e da rentabilidade; exportações...). Em outras palavras: os trabalhos enfatizam os impactos das políticas públicas sobre aquilo que, na figura 1, denominou-se "resultados de inovação".

Um conjunto de dificuldades metodológicas impede, em geral, que as análises alcancem o desempenho da firma, quer ele seja atribuído aos esforços tecnológicos, quer ele o seja às atividades de inovação (seta 3 na figura 1). Em primeiro lugar, a relação entre esforços tecnológicos, inovação e desempenho não é necessariamente linear, e a sequência dos eventos pode levar a resultados distintos. Além disso, o caráter de *path dependency* dessa relação não pode ser capturado, nos modelos econométricos, simplesmente por meio do uso de *dummies* temporais. Além disso, os prazos requeridos para que os esforços tecnológicos e as atividades de inovação convertam-se em desempenhos superiores podem variar bastante, em função da própria natureza do processo de inovação, e os riscos inerentes às atividades de P&D fazem com que um percentual relativamente elevado dos projetos não obtenha, de fato, resultados expressivos.

Essas dificuldades não impediram que Crépon, Duguet e Mairesse (1998) modelassem esses impactos em três estágios:

- estágio 1: decisão de investir em inovação;
- estágio 2: resultados do investimento em inovação; e
- estágio 3: impactos da inovação sobre a produtividade.

Esses três estágios estão contidos na área envolta pela linha tracejada da figura 1. Os principais resultados convergem com os fatos estilizados mais comuns na literatura sobre inovação (por exemplo, os autores reafirmam que a probabilidade de as firmas engajarem-se em atividades de P&D cresce com o porte e o *market-share*). Em particular, com relação aos resultados, Crépon, Duguet e Mairesse (1998) concluem que: *i*) os resultados de inovação, aferidos com base em patentes e na comercialização de produtos inovadores, são positivamente correlacionados com os esforços de pesquisa; e *ii*) a produtividade e os resultados de inovação estão positivamente correlacionados, mesmo após se controlar pela qualificação da mão de obra e pela intensidade de capital físico. Da mesma forma, Kannebley Júnior, Sekkel e Araújo (2010) mostram que a inovação está positivamente relacionada ao crescimento no pessoal ocupado, receita líquida de vendas, produtividade do trabalho e do capital e *market share*, especialmente quando ocorre simultaneamente em produto e em processo. Em resumo, os resultados obtidos por Crépon, Duguet e Mairesse (1998) e por Kannebley Júnior, Sekkel e Araújo (2010) indicam que, em que pesem as dificuldades metodológicas para se associar o desempenho das empresas a seus esforços tecnológicos, é possível esperar uma correlação positiva entre essas duas dimensões.

Uma análise dos impactos de políticas públicas de inovação sobre esforços tecnológicos (seta 1), as atividades de inovação (seta 2) e o desempenho da firma (seta 3) foi realizada por De Negri, De Negri e Lemos (2008a). Esses autores avaliam os impactos do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (ADTEN) sobre os gastos em P&D, patentes e o desempenho econômico e financeiro das empresas. As conclusões indicam que: *i*) há evidências robustas de que o ADTEN influencia positivamente os gastos em P&D; *ii*) há sinais de impactos positivos sobre o número de pedidos de patentes, embora os coeficientes obtidos não sejam significativos; *iii*) há impactos positivos e significativos na receita líquida de vendas e no pessoal ocupado; e *iv*) há impactos positivos, porém não significativos, na produtividade. Esses mesmos autores, em um esforço similar, avaliam os impactos do Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) (DE NEGRI; DE NEGRI; LEMOS, 2008b). As conclusões são bastante similares às do exercício envolvendo o ADTEN.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Do ponto de vista metodológico, a avaliação dos impactos dos fundos setoriais nas empresas apoia-se na comparação dos indicadores de esforços tecnológicos e resultados das firmas que acessaram os fundos (grupo de tratamento) com os indicadores daquelas que não os acessaram (grupo de controle). Esse procedimento foi aplicado em três etapas que definem a estrutura desta seção do trabalho. Assim, na subseção 3.1, descrevem-se as variáveis usadas no modelo e na subseção 3.2 descrevem-se os procedimentos de construção da base de dados e dos grupos de tratamento e controle. Finalmente, na subseção 3.3, discutem-se os procedimentos econométricos empregados para comparar as amostras obtidas.

3.1 VARIÁVEIS

Empregada uma base original formada por cerca de 13 mil projetos apoiados pelos fundos setoriais, definiu-se, para cada empresa que se beneficiou dos recursos, uma variável de "estreia" correspondente ao primeiro ano de acesso. Pretendeu-se, com isso, evitar que empresas que já viessem sendo apoiadas pelos fundos por vários anos fossem diretamente comparadas com empresas que recebiam pela primeira vez os recursos. Assim, o impacto dos fundos setoriais foi avaliado a partir do momento em que as empresas acessam esse instrumento.

Uma variável binária para o acesso aos fundos setoriais foi usada para definir o grupo de tratamento. Essa variável assume o valor 1 no ano de estreia, 0 no período anterior e *missing* no período posterior.

O acesso aos fundos setoriais pode envolver:

- projetos cooperativos com universidades e centros de pesquisa, tanto na condição de executante como na de interveniente;

- crédito em condições mais favoráveis;[4] e

- subvenções.[5]

Neste trabalho, privilegiou-se a análise dos impactos dos fundos setoriais em geral, não tendo sido estabelecida distinção entre as três modalidades indicadas ou o acúmulo de duas ou mais modalidades de apoio pela mesma empresa. Implicitamente, assume-se que, ao se engajarem como intervenientes em projetos cooperativos, as empresas beneficiam-se de transbordamentos das atividades de P&D desenvolvidas por universidades e centros de pesquisa. Embora essa modalidade de apoio seja obviamente menos direta do que crédito ou subvenção, assume-se não haver distinção entre seus impactos esperados.[6] Além disso, a magnitude do apoio recebido não foi considerada na análise.

Conforme indicado na seção precedente, os esforços tecnológicos são tradicionalmente aferidos com base nos gastos em P&D interno e externo. No Brasil, esses gastos são medidos por meio da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC), realizada a cada três anos. A periodicidade trienal da PINTEC e o fato de que sua última edição disponível refere-se ao ano de 2005 impedem o uso dos gastos em P&D como indicador de esforços tecnológicos das empresas que obtiverem o apoio dos fundos, uma vez que, em grande parte dos casos, o acesso aos instrumentos ocorreu entre 2005 e 2006 e seus impactos não teriam sido capturados pela PINTEC. Diante dessa limitação, optou-se por utilizar, aqui, uma variável intitulada PoTec, que corresponde à soma dos valores associados aos seguintes grupos ocupacionais da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO): pesquisadores, engenheiros, diretores e gerentes de P&D e o que chamamos de "profissionais científicos" (tabela 1). A opção pelo uso dessa *proxy* segue ainda a proposição pioneira de Blank e Stigler (1957).

4. No caso dos projetos reembolsáveis (crédito), ainda que os recursos não tenham origem diretamente nos fundos setoriais, as empresas foram incluídas no grupo de tratamento em virtude da equalização de taxas de juros, cujo *funding* provém, necessariamente, dos fundos.

5. Não houve, no período, empresas que tiveram acesso à subvenção econômica, prevista pela Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) e que corresponde ao mais novo instrumento de incentivo à inovação oferecido pela financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). A variável foi incluída para permitir análises futuras.

6. Essa opção decorre, essencialmente, do reduzido número de observações na amostra, particularmente no caso do crédito e da subvenção. Entretanto, é preciso reconhecer que os projetos cooperativos podem incentivar, em alguns casos, a transferência de atividades de pesquisa para as universidades e centros de pesquisa – o que, em princípio, poderia motivar uma redução do "pessoal ocupado técnico-científico" (PoTec). Por essa razão, análises econométricas preliminares foram realizadas visando distinguir os impactos de cada instrumento (ver seção 4).

TABELA 1
Grupos ocupacionais do PoTec

Grupo ocupacional	Profissões
Pesquisadores	203 (pesquisadores)
Engenheiros	202 (engenheiros mecatrônicos) 214 (engenheiros civis etc.) 222 (engenheiros agrônomos e de pesca)
Diretores e gerentes de P&D	1.237 (diretores de P&D) 1.426 (gerentes de P&D)
Profissionais científicos	201 (biotecnologistas, geneticistas, pesquisadores em metrologia e especialistas em calibrações metereológicas) 211 (matemáticos, estatísticos e afins) 212 (profissionais de informática) 213 (físicos, químicos e afins) 221 (biólogos e afins)

Fonte: Araújo, Cavalcante e Alves (2009).

Originalmente proposto por Gusso (2006) e ajustado, em seguida, por Araújo, Cavalcante e Alves (2009), o PoTec, conforme assinalam esses últimos autores, apresentou, em 2005, um coeficiente de correlação com os gastos internos e externos em P&D superior a 90%. Dessa forma, há evidências robustas de que o PoTec é uma *proxy* adequada dos esforços tecnológicos. Uma vez que o PoTec pode ser calculado com base nos dados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), é possível acompanhar sua evolução anual durante o período considerado na análise.

Finalmente, os indicadores de resultados foram segmentados em indicadores de resultados de inovação e em indicadores de desempenho da firma. Em particular, as taxas de crescimento da empresa (aferidas por meio da evolução de seu pessoal ocupado total) e as exportações de alto conteúdo tecnológico foram empregadas neste trabalho. Rigorosamente, o crescimento seria mais adequadamente aferido por meio da evolução do faturamento. A ausência desse dado, entretanto, impôs o uso do pessoal ocupado como *proxy* do tamanho da empresa. Embora esse indicador apresente limitações evidentes (por exemplo, nas circunstâncias em que as atividades de inovação levam à elevação da produtividade de mão de obra), assume-se aqui que, na média, há uma correlação positiva entre crescimento do faturamento e crescimento do pessoal ocupado total. Com relação às exportações de alto conteúdo tecnológico, empregaram-se dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) tabulados de acordo com a classificação da OCDE.

3.2 BASE DE DADOS E PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM

A base de dados que fundamentou a análise aqui apresentada corresponde a um painel de empresas no período entre 2000 e 2007. Considerando os instrumentos mencionados na subseção precedente, mais de mil empresas acessaram os fundos no período até 2008. Neste trabalho, foram consideradas, tanto no grupo de tratamento como no de controle, apenas as empresas industriais presentes na Rais em 2006 e 2007 e que tivessem mais que cinco funcionários. Nesses dois anos, vigorava a versão 2.0 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), que foi definida como padrão para a classificação setorial das empresas analisadas neste trabalho.[7] Com isso, a amostra de empresas tratadas reduziu-se a cerca de 600 observações.[8] Além disso, para avaliar o impacto dos fundos setoriais nas empresas é necessário um período de defasagem. Por essa razão, e em virtude da disponibilidade de informações de outras bases, o grupo de tratamento considerou apenas as empresas apoiadas pelos fundos entre 2001 e 2006, o que acarretou mais uma redução na amostra. Após a aplicação desses filtros, o grupo de tratamento foi formado por um total de 344 empresas conforme indicado na tabela 2.

TABELA 2
Estreia nas diferentes modalidades de apoio dos fundos setoriais – 2001-2006

Ano	Somente projetos cooperativos	Somente crédito	Ambos	Total
2001	0	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

Fonte: FINEP/MCT/Rais (MTE). Elaboração dos autores.

7. A análise restringiu-se, portanto, aos setores classificados entre 5 e 33 na CNAE 2.0.
8. De acordo com o segundo relatório do convênio Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), FINEP, Ipea e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) para avaliação dos fundos setoriais (DE NEGRI *et al.*, 2009). Convém observar que este trabalho usa uma amostra de 13.433 projetos apoiados pelos fundos setoriais entre 2000 e 2008. Atualmente, o MCT já possui informações de cerca de 20 mil projetos apoiados pelos fundos. Mesmo para o subconjunto analisado neste trabalho, não há informações sobre as empresas apoiadas através das fundações estaduais de amparo à pesquisa no âmbito do Programa de Apoio à Pesquisa em Empresas (Pappe Subvenção) e/ou através do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), que correspondem a uma parcela significativa das empresas apoiadas pelos fundos. Também não foram incorporadas à amostra usada neste trabalho as empresas apoiadas pelo Projeto Inovar (capital de risco) e as que receberam apoio para contratação de pesquisadores via bolsas do Programa de Capacitação de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas (RHAE). Estima-se que, em todas essas modalidades, os fundos setoriais tenham apoiado cerca de 2 mil empresas nos últimos anos.

Conforme indicado na tabela 2, a maior parte do grupo de tratamento é formada por empresas que se envolveram apenas em projetos cooperativos (cerca de 70% do total). Como já se mencionou, nenhuma empresa teve acesso à subvenção no intervalo considerado, uma vez que o instrumento somente no período mais recente foi usado pela FINEP.

Uma vez definido o grupo de tratamento, o grupo de controle foi obtido usando um algoritmo de Propensity Score Matching (PSM) visando eliminar o viés de seleção no acesso aos fundos que faz com que, *a priori*, as empresas que acessam esses recursos trilhem uma trajetória distinta das empresas que não acessam (WOOLDRIDGE, 2002, p. 603-644). Esse procedimento de controle foi aplicado para que as análises pudessem capturar plenamente os impactos dos fundos setoriais. A hipótese fundamental, nesse caso, é que o acesso aos fundos é condicionado por variáveis observáveis (hipótese de "seleção sobre observáveis"). O PSM permite a correção do viés de seleção ao emparelhar empresas tratadas e não tratadas que compartilham características observáveis. Essas características – usualmente defasadas – são usadas para se calcular a probabilidade de acesso aos fundos $p(x_i) = \Pr(SF_{i,t} = 1 \mid x_{i,t-1})$. Uma vez calculadas essas probabilidades, subamostras de empresas que acessaram e que não acessaram os fundos são superpostas de modo que são comparadas sempre observações semelhantes exceto pelo acesso aos recursos. Na prática, a trajetória seguida pelos esforços tecnológicos ou pelos resultados é calculada de maneira condicional à probabilidade de tratamento, permitindo uma comparação não viesada.[9]

Neste trabalho, a estimativa de $p(x_i)$ foi feita com base em um modelo *probit* usando as seguintes séries de características observáveis das empresas:

- PoTec (defasado e considerando sua interação com *dummies* de ano);
- pessoal ocupado total (defasado e considerando sua interação com *dummies* de ano);[10]

9. Essa é a condição de independência da participação no tratamento e o resultado para o grupo não tratado, isto é, $y^0 \perp SF \mid x_i$. O método PSM se baseia nessa suposição.
10. Essa variável, na prática, corresponde ao porte da empresa.

- variáveis binárias para empresa multinacional (*dummy* que assume o valor 1 para empresas nas quais a participação do capital estrangeiro é superior a 50%) e para sociedades anônimas;

- setor; e

- região.

O modelo adotado e as variáveis escolhidas para caracterizar as empresas são consistentes com os procedimentos adotados na maioria dos trabalhos mencionados na seção 2 deste artigo.

Uma vez que o acesso aos fundos setoriais é um evento raro (o que pode prejudicar o ajuste de modelos probabilísticos), um processo de amostragem repetida (*bootstrap*) com amostras diferentes (porém similares) para os grupos de tratamento e de controle foi aplicado no cálculo dos escores de propensão. Esse tipo de procedimento é tipicamente empregado em análises de *escores* de crédito, por exemplo, nas quais a inadimplência é também um evento raro. Após o processo de amostragem repetida, a probabilidade predita de a empresa *i* pertencente ao grupo de tratamento acessar os fundos foi denominada p_i^1, ao passo que p_j^0 corresponde à probabilidade predita da empresa *j* que não teve acesso aos recursos.

Além do processo de amostragem repetida, um corte de suporte comum foi empregado de modo que as empresas que não acessaram os fundos e tinham uma probabilidade reduzida de fazê-lo (de tal forma que não havia empresas tratadas com probabilidades similares) foram excluídas da amostra. Inversamente, as empresas que acessaram os fundos e tinham uma elevada probabilidade de fazê-lo (de modo que não se pôde identificar contrafactuais em sua vizinhança de probabilidade) foram também excluídas da amostra. Isso foi feito considerando a probabilidade mínima para os casos e a probabilidade máxima para os controles como limites, de modo que o balanceamento foi aplicado somente para as firmas cujos *escores* de propensão pertenciam à interseção dos grupos de tratamento e controle.

Finalmente, após a obtenção dos grupos de tratamento e de controle, o balanceamento das amostras foi verificado visando garantir que não houvesse diferenças significativas entre os dois grupos remanescentes.

3.3 PROCEDIMENTOS DE COMPARAÇÃO

Para comparar a trajetória seguida pelas firmas que acessaram os fundos setoriais com a trajetória das empresas que não os acessaram, ajustaram as equações indicadas a seguir.

$$y_{i,t+n} = \alpha_{t+n} + \beta SF_{i,t} + \varepsilon_{i,t+n} \quad (1)$$

ou, em sua versão em primeira diferença:

$$\Delta y_{i,t+n} = \alpha'_{t+n} + \beta' SF_{i,t} + \varepsilon_{i,t+n} \quad (2)$$

Nessas equações:

- $SF_{i,t} \in \{0,1\}$: indicador de acesso da empresa *i* aos fundos setoriais no momento *t*. Conforme indicado na subseção 3.1, essa *dummy* pode assumir o valor 0 (se a empresa não teve acesso aos fundos setoriais) ou 1 (caso contrário). Empresas que estrearam antes de *t* ou entre $t+1$ e $t+n$ foram excluídas dessas estimativas.

- $y_{i,t+n}$: indicador de esforço tecnológico ou de resultado da empresa *i* no momento *t*+*n*, com $n \geq -1$.

- $\Delta y_{i,t+n}$: diferença da variável *y* para a empresa *i,* ou seja, $y_{i,\,t\,+\,n} - y_{i,\,t}$ com $n \geq 1$ e $y_{i,\,t} - y_{i,\,t-1}$ se $n = 0$.

A equação (1) representa simplesmente o teste de médias nas variáveis de interesse entre as firmas que acessaram os fundos setoriais e as que não os acessaram. A diferença em *y* entre as duas categorias de firmas, em *n* períodos à frente do tratamento, é expressa pelo coeficiente β, e a significância estatística dessa diferença é dada pela significância desse coeficiente. Por seu turno, o coeficiente $\alpha_{t\,+\,n}$ representa a média da variável de interesse *y* para o grupo dos não tratados.

A equação (2) visa captar a diferença-das-diferenças (DID) entre os dois grupos de firmas – isto é, o quanto a mais a variável de interesse cresceu no grupo de tratamento *vis-à-vis* o grupo de controle. Estes métodos complementam a análise em nível, fornecendo uma interpretação bastante interessante, sobretudo quando os grupos de tratamento e controle já são diferentes *antes* do tratamento. Além disso, são úteis para eliminar diferenças entre casos e controles invariantes no tempo, mesmo que não observáveis. Assim, α' é Δy^0 e o β' neste caso representa a estimativa DID de $\left(\Delta y^1 - \Delta y^0\right)$, onde os sobrescritos 1 e 0 indicam, respectivamente, se as firmas tiveram acesso aos fundos ou não.

Foi estimada ainda uma versão da equação (2) em sua forma logarítmica:

$$\Delta \log y_{i,t+n} = \alpha''_{t+n} + \beta'' SF_{i,t} + \varepsilon^{n}_{i,t+n} \tag{3}$$

onde:

$$\exp(\alpha'') = \frac{y^0_{t+n}}{y^0_{t+n-1}} \tag{4}$$

$$\beta'' = (\log y^1_{t+n} - \log y^1_t) - (\log y^0_{t+n} - \log y^0_t) = \log\left(\frac{y^1_{t+n}}{y^1_t}\right) - \log\left(\frac{y^0_{t+n}}{y^0_t}\right) \tag{5}$$

ou, rearranjando:

$$\exp(\beta'') = \frac{\frac{y^1_{t+n}}{y^1_t}}{\frac{y^0_{t+n}}{y^{01}_t}} \tag{6}$$

Assim, se $\exp(\alpha'') > 1$, pode-se concluir que houve crescimento da variável entre os períodos $t + n$ e t no grupo de controle. Por sua vez, se $\exp(\beta'') > 1$, então o crescimento relativo da variável de interesse foi maior para o grupo de tratamento do que no grupo de controle. Neste trabalho, optou-se por exibir uma transformação de β'', na forma $(\exp(\beta'') - 1) \times 100$, que mostra o diferencial da taxa de crescimento relativo da variável de interesse no grupo de controle, em termos percentuais.

Deste modo, no primeiro conjunto de empresas, intitulado "empresas em geral", o grupo de controle corresponde ao conjunto das empresas industriais com pessoal ocupado total maior do que cinco. Nesse caso, espera-se um maior descolamento entre os grupos de tratamento e de controle ao longo do tempo, uma vez que não se leva em consideração o viés de seleção que faz com que, *a priori*, as empresas que têm acesso aos fundos setoriais trilhem uma trajetória distinta das empresas que não os acessaram.

Conforme destacado na subseção 3.2, uma melhor aproximação do real efeito causal do acesso aos fundos setoriais pode ser obtido quando se comparam grupos de empresas similares, isto é, cujas probabilidades de acesso aos recursos são similares, exceto pelo fato de que aqueles pertencentes ao grupo de tratamento efetivamente os acessaram, enquanto aquelas pertencentes ao grupo de controle não os acessaram.

Pode-se assumir, portanto, que o efeito causal do acesso aos fundos setoriais na empresa i no momento $t+n$ é definido como $y^1_{i,t+n} - y^0_{i,t+n}$. O problema fundamental de inferência causal nesse caso é que $y^0_{i,t+n}$ não é observado para as firmas que tiveram acesso aos fundos setoriais (isto é, para aquelas para as quais se observa $y^1_{i,t+n}$). Diante dessa constatação, nada poderia ser dito sobre o impacto causal do acesso aos fundos setoriais sem alguma hipótese sobre o valor de $y^0_{i,t+n}$. Este valor hipotético – chamado de contrafactual – é obtido a partir de uma inferência baseada na comparação de um resultado factual (observado) com um resultado contrafactual. Trata-se, assim, daquilo que, na literatura econométrica, é denominado avaliação de tratamento. Em particular, Wooldridge (2002) define o efeito médio do tratamento sobre o tratado Average Treatment effect on the Treated (*ATT*) por:

$$ATT = E(y^1_{i,t+s} - y^0_{i,t+s} \mid FS_{i,t} = 1) = E(y^1_{i,t+s} \mid FS_{i,t} = 1) - E(y^0_{i,t+s} \mid FS_{i,t} = 1) \qquad (7)$$

Para contornar o fato de que $E(y^0_{i,t+n} \mid FS_{i,t} = 1)$ não é observável, constrói-se um grupo de controle, estimando-se uma função do tipo $E(y^0_{i,t+n} \mid FS_{i,t} = 0)$. O resultado médio do grupo que não teve acesso aos fundos setoriais identifica o resultado médio contrafactual para o grupo que os acessou.

No entanto, o acesso aos fundos setoriais não é um evento aleatório; e supõe-se que ele esteja condicionado pelas características da empresa. Dessa forma, atribuir simplesmente $E(y^0_{i,t+n} \mid FS_{i,t} = 1) = E(y^0_{i,t+n} \mid FS_{i,t} = 0)$ e calcular diretamente as diferenças de médias em y entre quem acessou ou não os fundos setoriais poderia viesar os

resultados da análise. A endogeneidade da escolha pode advir do fato de que o acesso aos fundos setoriais correlaciona-se a características das empresas, configurando então um problema de seletividade da amostra. Esse problema é contornado usando os escores de propensão descritos na subseção 3.2, de modo que uma expressão geral para o estimador ATT_{psm} é dada por:

$$ATT_{psm} = \frac{1}{N} \sum_{i \in FS=1} \left(y_i^1 - \sum_{j \in C(x_i)} w(.) y_j^0 \right) \tag{8}$$

onde $C(x_i)$ identifica os controles para a empresa i. Na equação acima, $0 < w(.) \leq 1$, $\Sigma(w(.)) = 1$ e $w(.)$ é uma função que atribui pesos à j-ésima empresa correspondente ao contrafactual da firma que teve acesso aos fundos setoriais e N é o número de empresas que acessaram e que tiveram contrafactuais. Neste trabalho, um algoritmo de PSM *kernel* foi empregado no cálculo dos pesos $w(.)$.

4 RESULTADOS

Os procedimentos indicados na seção precedente foram aplicados a uma amostra originalmente formada por 344 empresas tratadas e cerca de 113 mil empresas não tratadas. *Escores* de propensão foram calculados após 450 repetições do *probit* com amostras formadas por 330 empresas para o grupo de tratamento e 2 mil empresas para o grupo de controle. O suporte comum explica por que o grupo de tratamento foi reduzido para 330 empresas. Os resultados obtidos para o pseudo R^2 (cerca de 50%) sugerem um ajuste apropriado para o emparelhamento das empresas. Além disso, conforme indicado na tabela 3, o ajuste obtido para a maioria das variáveis pode ser considerado satisfatório.

TABELA 3
Distribuição dos coeficientes *probit* após 450 repetições

	Estimativa (mediana)	[Intervalo de confiança de 90%]	
Log do pessoal técnico-científico ocupado ($t-1$)	0,528	0,342	0,755
Log do pessoal ocupado total ($t-1$)	0,208	0,326	0,441
Multinacional (*dummy*)	–0,933	–1,53	–0,431
Sociedade anônima (*dummy*)	0,549	0,032	1,24
Pseudo R^2	0,495	0,449	0,539
Log Verossimilhança	–738,7	–797,4	–673,4

Fonte: Elaboração dos autores.
Obs.: *Dummies* setoriais, *dummies* de ano e de interação não foram exibidas na tabela.

Conforme indicado na tabela 3, a maioria dos coeficientes é significativamente diferente de zero. Basicamente, o modelo indica que empresas que já empregam pessoal técnico-científico têm maiores probabilidades de acesso aos fundos. Da mesma forma, empresas de maior porte também têm maiores probabilidades de acesso. Empresas nacionais têm maiores chances do que multinacionais (conforme indica o coeficiente negativo e significante obtido para a *dummy* multinacional). A um nível de 10% de confiança, o modelo é inconclusivo quanto ao fato de que sociedades anônimas teriam maiores chances de acesso aos recursos (uma vez que o intervalo de confiança para o quinto percentil inclui o valor zero). Independentemente disso, pode-se considerar que o ajuste do modelo é bastante satisfatório. Essa percepção é reforçada ao se verificar que a mediana obtida para o pseudo R^2 foi de 0,495.

Os *escores* de propensão obtidos após os procedimentos descritos acima permitiram a construção de grupos de tratamento e controle com características similares no momento anterior ao tratamento. Conforme se vê na tabela 4, que mostra as características dos grupos de tratamento e controle em condições de não emparelhamento e em condições de emparelhamento no ano anterior ao acesso aos fundos setoriais.

TABELA 4
Esforços tecnológicos e resultados em $t - 1$

	Não emparelhadas		Emparelhadas	
	Tratamento	Controle	Tratamento	Controle
Pessoal técnico-científico empregado	46,09	0,42	21,97	26,84
Pessoal ocupado total	998	48	737	1,023
Exportações de alto conteúdo tecnológico (US$ mil)	3.367	64	3.229	3.836

Fonte: Elaboração dos autores.

As condições de balanceamento foram satisfeitas, uma vez que os grupos de tratamento e controle exibiram os mesmos valores médios para as variáveis usadas no *probit* em t_{-1}. Além disso, os grupos de tratamento e de controle têm os mesmos valores médios para as variáveis de interesse, uma vez que os valores indicados nas colunas intituladas "emparelhadas" não são significativamente diferentes. Alcançar a condição de balanceamento é interessante porque isso indica que o viés de seleção foi eliminado, e que as empresas que compõem o grupo de controle têm características similares às das empresas do grupo de tratamento após a aplicação dos pesos obtidos com o procedimento de *kernel matching*.

Uma vez obtidos grupos de tratamento e controle diretamente comparáveis, a trajetória seguida por cada amostra foi comparada conforme indicado na tabela 5, na qual, para cada variável de interesse: i) a média do grupo de controle; *ii*) o diferencial em nível dos grupos de tratamento e controle; *iii*) a DID em nível dos grupos de tratamento e controle; e *iv*) a diferença percentual das taxas de crescimento entre os grupos de tratamento e controle.

TABELA 5
Esforços tecnológicos e resultados entre $t-1$ e $t+4$

		t_{-1}	t_0	t_1	t_2	t_3	t_4
Esforços tecnológicos (PoTec)	Média do grupo de controle	26.84	27.65	28.08	32.25	32.77	34.10
	Diferencial em nível dos grupos de tratamento e controle	–4,87^{ns}	–3,14^{ns}	–2 ,34^{ns}	–4,58^{ns}	–9,62***	–9,03^{ns}
	DID em nível dos grupos de tratamento e controle	-	1,69*	1,30*	1,75^{ns}	2,18^{ns}	6,22*
	Diferença percentual das taxas de crescimento entre os grupos de tratamento e controle	-	5,47**	6,82***	11,52***	15,72***	26,74**
Tamanho da empresa (pessoal ocupado total)	Média do grupo de controle	1.022,75	1.082,50	1.127,11	1.249,71	1.244,12	1.545,86
	Diferencial em nível dos grupos de tratamento e controle	–285,33***	–287,71***	–265,70***	–392,07***	–348,07*	–364,96^{ns}
	DID em nível dos grupos de tratamento e controle	-	–2,03^{ns}	28,83^{ns}	30,43^{ns}	–21,93^{ns}	–30,91^{ns}
	Diferença percentual das taxas de crescimento entre os grupos de tratamento e controle	-	1,82^{ns}	6,82***	9,64***	11,52*	16,07^{ns}
Exportações de alto conteúdo tecnológico (US$ mil)	Média do grupo de controle	3.836,37	4.597,01	5.489,91	6.377,65	6.646,15	8.405,20
	Diferencial em nível dos grupos de tratamento e controle	–607,01^{ns}	18,00^{ns}	–1.811,10^{ns}	–1.737,93^{ns}	681,28^{ns}	–4.304,97*
	DID em nível dos grupos de tratamento e controle	-	625,70^{ns}	–190,14^{ns}	10,28^{ns}	1.122,26^{ns}	–210,31^{ns}
	Diferença percentual das taxas de crescimento entre os grupos de tratamento e controle	-	12,52^{ns}	6,18^{ns}	15,03^{ns}	14,22^{ns}	35,80*

Fonte: Elaboração dos autores.

Obs.: ns: não significante; * significante a 10%; ** significante a 5%; *** significante a 1%.

Com relação aos esforços tecnológicos, a tabela 5 mostra que a diferença percentual das taxas de crescimento entre os grupos de tratamento e controle é positiva e significante (a 1% ou 5%) durante todo o período de análise. Em outras palavras, as taxas de crescimento do PoTec das empresas que acessaram os fundos são significativamente superiores às taxas de crescimento das empresas que não os acessaram. Com efeito, após quatro anos, o grupo de tratamento acumulou uma taxa de crescimento mais de 25 pontos percentuais (p.p.) superior à taxa do grupo de controle. Essa conclusão permanece válida mesmo ao se considerar que os resultados da DID em nível nem sempre são significantes. Esse

aparente paradoxo pode ser explicado com base nos efeitos de escala: o grupo de controle apresentou maiores níveis de PoTec (conforme mostra o sinal negativo do diferencial em nível). Entretanto, ao se subtrair a diferença inicial, a DID em nível jamais é negativa e significante para nenhum dos resultados e é positiva e significante para a maior parte do horizonte de tratamento. Uma vez que as empresas do grupo de tratamento têm menores níveis de PoTec, acrescentar a mesma quantidade de pessoal do que os controles implica uma taxa de crescimento maior. Em resumo, as empresas do grupo de tratamento conseguem crescer em nível no mesmo ritmo que as empresas (maiores) do grupo de controle. Esses resultados confirmam o impacto positivo e significante dos fundos setoriais sobre os esforços tecnológicos das empresas.

Os fundos setoriais também tiveram impactos positivos sobre o desempenho das empresas aferido por pessoal ocupado total. De fato, impactos significativos sobre taxas de crescimento no primeiro e no segundo anos após o acesso aos fundos setoriais puderam ser observados (a diferença percentual das taxas de crescimento entre os grupos de tratamento e controle em t_{+1} e t_{+2} são positivas e significantes a 1%). Entretanto, apenas um impacto marginalmente significante nas exportações de alto conteúdo tecnológico foi observado após quatro anos nas empresas que compõem o grupo de tratamento (diferença percentual das taxas de crescimento em t_{+4}). Uma possível explicação para esse resultado pode envolver os requisitos de competitividade internacional não capturados pelo modelo. Em outras palavras: ainda que as empresas consigam crescer no mercado interno, os requisitos para competir no mercado externo são mais severos e podem estar associados a um esforço tecnológico ainda maior. Outra possível explicação é que o impacto sobre as exportações de alto conteúdo tecnológico pode requerer a estreia no mercado internacional, o que demandaria mais tempo para ser percebido do que as séries temporais usadas neste trabalho são capazes de capturar. Isso explicaria por que somente após quatro anos observou-se um efeito marginalmente significante.

Finalmente, uma análise preliminar dos impactos dos diferentes instrumentos que compõem os fundos setoriais (projetos cooperativos, crédito e subsídios) sobre o PoTec foi realizada. Nesse caso, regrediu-se a primeira diferença do logaritmo entre t_{+1} e t_{+4}) contra variáveis binárias correspondentes à modalidade de tratamento acessada (projetos cooperativos, crédito e a interação desses dois tratamentos, uma vez que não houve acesso a subsídios no período analisado). Os pesos na regressão foram idênticos

aos obtidos anteriormente usando o algoritmo de *kernel matching*. Conforme indicado na seção 3, projetos cooperativos podem ser considerados uma forma menos direta de apoio do que créditos ou subsídios, uma vez que, em geral, não implicam a transferência direta de recursos do governo para as empresas, mas apenas os transbordamentos das atividades de pesquisa conduzidas em universidades ou centros de pesquisa. Por outro lado, créditos e subsídios que, de alguma forma pressupõem a transferência de recursos do governo para as empresas, tenderiam a apresentar impactos mais modestos. Embora essa análise pareça um tanto prematura em função das amostras reduzidas, alguns resultados preliminares estão registrados na tabela 6, que mostra a diferença percentual das taxas de crescimento do PoTec entre os grupos de tratamento e controle para os projetos cooperativos, os créditos e a interação entre esses dois instrumentos.

TABELA 6
Diferença percentual das taxas de crescimento do PoTec para cada instrumento

	t_1	t_2	t_3	t_4
Projetos cooperativos	0,0366	0,0887	0,0933	0,0571
	(1,31)	(2,21)	(1,52)	(0,48)
Crédito	0,1587	0,2152	0,3890	0,5787
	(2,83)	(1,98)	(2,41)	(3,78)
Interação	–0,2544	–0,6257	–0,7790	–0,9764
	(–0,97)	(–2,22)	(–1,56)	(–2,36)

Fonte: Elaboração dos autores.
Obs.: Estatística-t indicada abaixo dos coeficientes.

Ao se confrontarem as estatísticas-t indicadas abaixo dos coeficientes na tabela 6, fica evidente que os projetos cooperativos mostram impactos menos significativos (ou simplesmente não tiveram impacto algum) do que os créditos. Esse resultado preliminar sugere que os projetos cooperativos têm um menor impacto sobre o PoTec das empresas.[11] Os dados da tabela 6 indicam ainda que os impactos dos fundos podem ser amplificados à medida que modalidades de apoio mais diretas se disseminarem.

11. De fato, conforme mostrado na tabela 6, exceto em t_2 os impactos sobre as DIDs não são estatisticamente significativos para os projetos cooperativos.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho avaliou-se o impacto dos fundos setoriais sobre o esforço tecnológico e sobre os resultados das empresas industriais no Brasil no período entre 2001 e 2006. Para isso, compararam-se, para as empresas que acessaram os fundos setoriais e para aquelas que não os acessaram, as trajetórias de três variáveis principais: *i*) esforços tecnológicos (PoTec); *ii*) tamanho da empresa (cuja *proxy* foi o pessoal ocupado total); e *iii*) exportações de alto conteúdo tecnológico. O grupo de controle é definido com base no algoritmo de PSM visando eliminar o viés de seleção no acesso aos fundos que faz com que, *a priori*, as empresas que acessam esses recursos trilhem uma trajetória distinta das empresas que não acessam.

Com relação aos esforços tecnológicos, estimativas das diferenças percentuais das taxas de crescimento do PoTec indicam um significativo descolamento entre os grupos de tratamento e controle. Com efeito, a taxa de crescimento do PoTec das empresas que acessaram os fundos é significativamente maior do que as taxas das empresas que não acessaram os recursos. Esses resultados permitem que se rejeite a hipótese de *crowding out*. Quando os resultados são aferidos por meio do pessoal ocupado total, os impactos dos fundos setoriais também foram positivos e significantes no primeiro e no segundo ano após o acesso aos recursos. Por outro lado, apenas um impacto marginalmente significante nas exportações de alto conteúdo tecnológico foi observado após quatro anos nas empresas que compõem o grupo de tratamento. Uma análise preliminar dos impactos dos diferentes instrumentos que compõem os fundos setoriais permite associar a maior parte dos impactos dos recursos à concessão de crédito em condições mais favoráveis.

Trabalhos futuros podem aprofundar as análises aqui apresentadas de duas formas básicas. Em primeiro lugar, pode-se avaliar com maior precisão os impactos dos diferentes instrumentos que compõem os fundos separadamente. Análises dessa natureza podem ajudar os formuladores de políticas a ajustar os instrumentos de apoio a objetivos específicos (por exemplo, o apoio a empresas emergentes de pequeno porte ou a atividades de P&D de empresas de grande porte pode requerer diferentes instrumentos). Em segundo lugar, a magnitude do apoio recebido pode ser considerada na análise, uma vez que se espera que os impactos dos fundos tendem a ser maiores à medida que aumenta o volume de recursos destinados a cada projeto.

REFERÊNCIAS

ALMUS, M.; CZARNITZKI, D. The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: the case of Eastern Germany. **Journal of Business and Economic Statistics**, v. 21, p. 2, p. 226-236, 2003.

ARAÚJO, B. C.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. Variáveis *proxy* para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, n. 5, p. 16-21, 2009.

ASCHHOFF, B. **The effect of subsidies on R&D investment and success**: do subsidy history and size matter? Centre for European Economic Research, 2009 (Discussion Paper, n. 09-032).

AVELLAR, A. P. Avaliação do impacto do PDTI sobre o gasto em atividades de inovação em em P&D das empresas industriais. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: Ipea, 2008.

BLANK, D. M.; STIGLER, G. J. **The demand and supply of scientific personnel**. National Bureau of Economic Research, New York, 1957.

BUSOM, I. **An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies**. Berkeley: University of California, May 1999 (Burch Working Paper. n. B99-05).

CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. **Research, innovation, and productivity**: an econometric analysis at the firm level. Aug. 1998 (NBER Working Paper. n. 6.696).

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**, v. 29, p. 497-529, 2000.

DE NEGRI, J. A.; DE NEGRI, F.; LEMOS, M. B. O impacto do programa ADTEN sobre o desempenho e o esforço tecnológico das empresas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: Ipea, 2008a.

_____. O impacto do FNDCT sobre o desempenho e o esforço tecnológico das empresas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: Ipea, 2008b.

DE NEGRI, F. *et al*. **Perfil das empresas integradas ao sistema federal de CT&I no Brasil e aos fundos setoriais**: uma análise exploratória. Ipea, nov. 2009. Mimeografado.

GUSSO, D. Agentes da inovação: quem os forma, quem os emprega? In: DE NEGRI, J. A.; DE NEGRI, F.; COELHO, D. (Org.). **Tecnologia, exportação e emprego**. Brasília: Ipea, 2006.

HALL, B.; VAN REENEN, J. How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. **Research Policy**, v. 29, p. 449-469, 2000.

KANNEBLEY JÚNIOR, S.; SEKKEL, J. V.; ARAÚJO, B. C. Economic performance of Brazilian manufacturing firms: a counterfactual analysis of innovation impacts. **Small Business Economics**, v. 34, n. 3, p. 339-353, Apr. 2010.

MOHNEN, P.; LOKSHIN, B. **What does it take for an R&D tax incentive policy to be effective?** United Nations University, Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology, 2009 (UNU-MERIT Working Paper Series, n. 014).

OCDE **Managing national innovation systems**. Paris: OECD, 1999.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data**. Cambridge (MA): The MIT Press, 2002.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2012

EDITORIAL

Coordenação
Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão
Andrea Bossle de Abreu

Revisão
Cristina Celia Alcantara Possidente
Eliezer Moreira
Elisabete de Carvalho Soares
Fabiana da Silva Matos
Lucia Duarte Moreira
Luciana Nogueira Duarte
Míriam Nunes da Fonseca

Editoração
Roberto das Chagas Campos
Aeromilson Mesquita
Aline Cristine Torres da Silva Martins
Carlos Henrique Santos Vianna
Maria Hosana Carneiro Cunha

Capa
Luís Cláudio Cardoso da Silva

Projeto Gráfico
Renato Rodrigues Bueno

Livraria do Ipea

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo.
70076-900 – Brasília – DF
Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br
Tiragem: 500 exemplares

Logotipo/slogan de governo removido em observancia ao disposto no art. 40 da Lei n 9.504/1997

Missão do Ipea
Produzir, articular e disseminar conhecimento para aperfeiçoar as políticas públicas e contribuir para o planejamento do desenvolvimento brasileiro.

ISSN 1415-4765

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA