



TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 600

**UM MODELO DE EQUILÍBRIO COMPUTÁVEL INCORPORANDO O
INVESTIMENTO INOVATIVO**

Edson Paulo Domingues

Aline Souza Magalhães

Diego Miyajima

Março de 2019

Este texto para discussão é parte de uma série de 4 artigos desenvolvidos no âmbito do Projeto “ABDI – 4 Estudos de Inovação” no Cedeplar/UFMG, coordenado pelos professores Eduardo Albuquerque e Mônica Viegas
(Textos pertencentes à série: 597, 598, 599 e 600)

Universidade Federal de Minas Gerais

Jaime Arturo Ramírez (Reitor)
Sandra Regina Goulart Almeida (Vice-reitora)

Faculdade de Ciências Econômicas

Hugo Eduardo Araujo da Gama Cerqueira (Diretor)
Kely César Martins de Paiva (Vice-Diretora)

Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar)

Frederico Gonzaga Jayme Jr (Diretor)
Gustavo de Britto Rocha (Vice-Diretor)

Laura Rodríguez Wong (Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Demografia)

Gilberto de Assis Libânia (Coordenador do Programa de Pós-graduação em Economia)

Adriana de Miranda-Ribeiro (Chefe do Departamento de Demografia)

Bernardo Palhares Campolina Diniz (Chefe do Departamento de Ciências Econômicas)

Editores da série de Textos para Discussão

Aline Souza Magalhães (Economia)
Adriana de Miranda-Ribeiro (Demografia)

Secretaria Geral do Cedeplar

Maristela Dória (Secretária-Geral)
Simone Basques Sette dos Reis (Editoração)

<http://www.cedeplar.ufmg.br>

Textos para Discussão

A série de Textos para Discussão divulga resultados preliminares de estudos desenvolvidos no âmbito do Cedeplar, com o objetivo de compartilhar ideias e obter comentários e críticas da comunidade científica antes de seu envio para publicação final. Os Textos para Discussão do Cedeplar começaram a ser publicados em 1974 e têm se destacado pela diversidade de temas e áreas de pesquisa.

Ficha catalográfica

D671m Domingues, Edson Paulo.
2019 Um modelo de equilíbrio computável incorporando o investimento inovativo / Edson Paulo Domingues, Aline Souza Magalhães, Diego Miyajima. - Belo Horizonte: UFMG / CEDEPLAR, 2019.
22 p. : il. , graf. e tabs - (Texto para discussão, 600)
Inclui bibliografia (p. 22) .
ISSN 2318-2377
1. Inovação. 2. P & D. I. Magalhães, Aline Souza. II. Miyajima, Diego. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. IV. Título. V. Série.

CDD: 338.06

Elaborada pela Biblioteca da FACE/UFMG – AKR045/2019

As opiniões contidas nesta publicação são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo necessariamente o ponto de vista do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Faculdade de Ciências Econômicas ou da Universidade Federal de Minas Gerais. É permitida a reprodução parcial deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções do texto completo ou para fins comerciais são expressamente proibidas.

Opinions expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect views of the publishers. The reproduction of parts of this paper or data therein is allowed if properly cited. Commercial and full text reproductions are strictly forbidden.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL

**UM MODELO DE EQUILÍBRIO COMPUTÁVEL INCORPORANDO O
INVESTIMENTO INOVATIVO**

Edson Paulo Domingues
Cedeplar/UFMG

Aline Souza Magalhães
Cedeplar/UFMG

Diego Miyajima
Cedeplar/UFMG

CEDEPLAR/FACE/UFMG
BELO HORIZONTE
2019

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. O GASTO DE P&D PELOS DADOS DA MIP	11
3. ESTIMATIVA DE IMPACTO DO P&D NA ECONOMIA BRASILEIRA EM EQUILÍBRIO GERAL	15
3.1. Modelo BRIDGE	15
3.2. Efeitos do custo de P&D sobre a economia brasileira	18
CONCLUSÕES	21
REFERÊNCIAS	22

RESUMO:

Este trabalho teve por objetivo estimar os impactos de gastos em P&D ou subsídios a atividade, como os revelados pela pesquisa da Sondagem da Inovação, sobre a economia brasileira. As análises levantadas, sob a ótica de equilíbrio geral (insumo-produto e modelo de equilíbrio geral computável) tem a vantagem de levar em conta as interdependências setoriais, os encadeamentos produtivos, de forma a permitir uma visão sistêmica da inovação e dos gastos em P&D sobre a economia brasileira. Os resultados apontam que os serviços de P&D são um elemento importante do investimento da economia: 94% da produção dos serviços de P&D é utilizada como investimento, e apenas 6% como insumo intermediário. Logo, o impacto de P&D se dá com maior intensidade pelos canais de investimento e produtividade do que pelos efeitos multiplicadores sobre a produção.

Palavras-chaves: Inovação, P&D, insumo-produto, equilíbrio geral computável

ABSTRACT

This study aimed to estimate the impact of R&D expenditures or subsidies, such as those revealed by the Survey of Innovation, on the Brazilian economy. The analysis based on general equilibrium approach (input-output and computable general equilibrium model) has the advantage of taking into account the sectoral interdependencies, in order to allow a systemic view of innovation and R & D expenditures on the Brazilian economy. The results show that R & D services are an important element of the economy's investment: 94% of the production of R & D services is used as investment, and only 6% as an intermediary input. Therefore, the impact of R & D occurs more intensely through investment and productivity channels than through multiplier effects on production.

Keywords: Innovation, input-output, applied general equilibrium models

JEL: O3, C67, C68

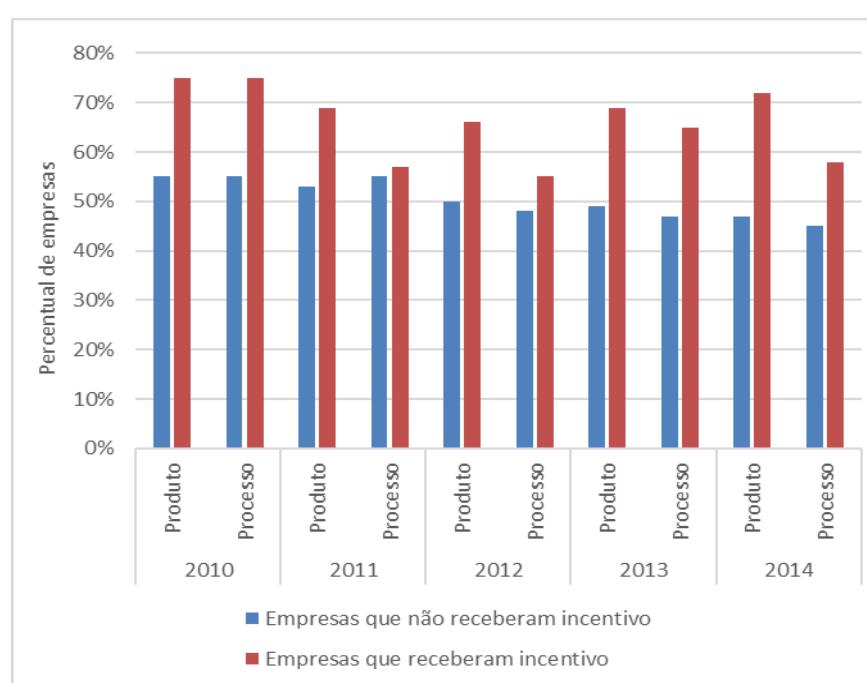
1. INTRODUÇÃO

A Sondagem de Inovação, pesquisa periódica realizada num universo de 400 empresas, tem por objetivo acompanhar sistematicamente a evolução da inovação tecnológica na indústria brasileira. Trata-se de uma amostra representativa, com cobertura setorial, de grandes empresas industriais brasileiras. Esse conjunto de informações constitui uma base de dados rica como insumo para análises que possam contextualizar o ambiente no qual são tomadas as decisões de investir em pesquisa e desenvolvimento e em atividades inovativas.

Segundo dados desta pesquisa, é possível observar uma diferenciação sobre o desempenho de empresas que receberam subsídios daquelas que não receberam, no que concerne às taxas de inovação em produtos e processos. Nestes casos, as informações sugerem que as empresas com incentivos fiscais apresentaram maior propensão a inovar tanto para elas (empresas) quanto para o mercado, conforme apontam os gráficos 1 e 2, respectivamente.

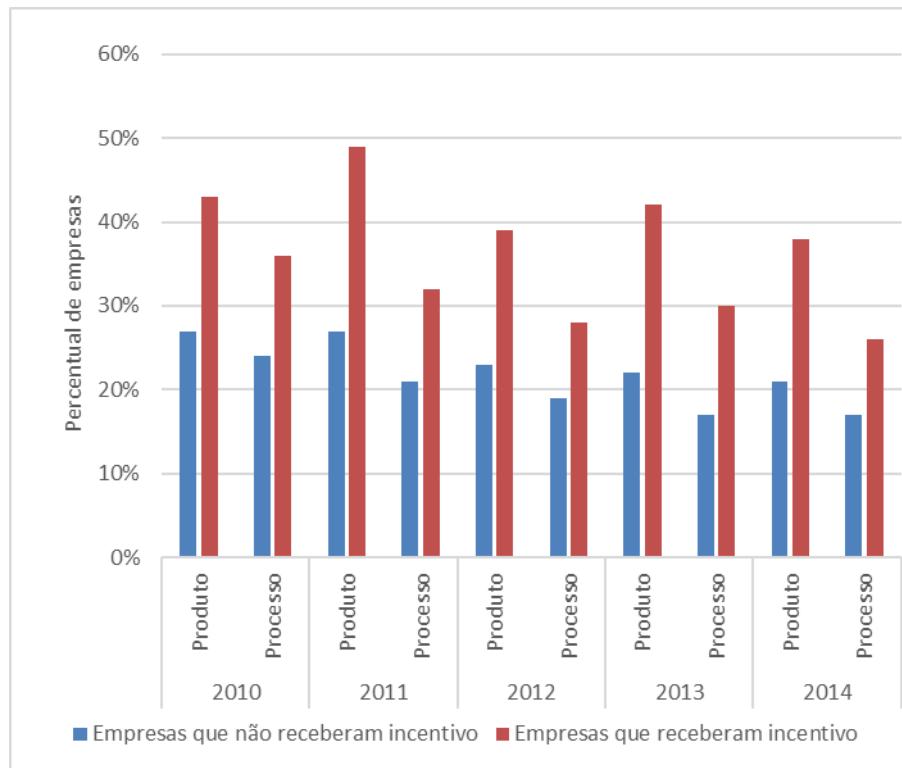
GRÁFICO 1

Percentual de empresas, contempladas ou não com incentivos fiscais, que introduziram produtos ou processos inovativos nas próprias empresas entre 2010 e 2014



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Sondagem da Inovação

GRÁFICO 2
Percentual de empresas, contempladas ou não com incentivos fiscais, que introduziram produtos ou processos inovativos para o mercado entre 2010 e 2014



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da Sondagem da Inovação

Dadas estas evidências, o objetivo deste trabalho é, então, estimar os impactos de gastos em P&D ou subsídios a atividade, como os revelados pela pesquisa da Sondagem, sobre a economia brasileira, sob a ótica do equilíbrio geral. A vantagem dessa abordagem é ter uma visão dos impactos sistêmicos que a inovação e os gastos em P&D geram na economia brasileira, avaliando os efeitos macroeconômicos e setoriais.

Diversos estudos procuraram mensurar os impactos do P&D sobre a economia. O Quadro 1 apresenta uma summarização destes estudos, retratando os principais objetivos e resultados encontrados. Usualmente, modelos em equilíbrio parcial (econométricos) são utilizados na análise do impacto da inovação, pois trabalham com bases de dados de apenas algumas empresas ou setores. Modelos de insumo-produto e equilíbrio geral computável também se apresentam na literatura como metodologias utilizadas, mas este último em apenas um estudo para o Brasil (Pio, Gomes e Perobelli, 2016). De modo geral, as principais variáveis utilizadas para se medir o impacto da inovação são produtividade, seja de fatores produtivos ou de setores como um todo.

Segundo Stern (1991), a P&D é um dos principais determinantes que afeta os ganhos de produtividade e o crescimento econômico. Dessa forma, as principais variáveis utilizadas para se medir o impacto da inovação são produtividade, seja de fatores produtivos ou de setores como um todo. Alguns estudos que buscam medir os impactos de gastos em P&D nos diversos setores econômicos utilizam o

crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF¹) (FIGUEIREDO; BARROS; CONCEIÇÃO, 2012).

Um dos primeiros trabalhos encontrado na literatura mensurando o impacto dos gastos do P&D sobre a produtividade é de Griliches (1980). A partir dos dados de 883 empresas de P&D dos EUA, o autor analisou dados em cross-section de 1963 e a taxa de crescimento do período de 1957-1965. O coeficiente estimado foi por volta de 0,07, ou seja, uma relação positiva entre os gastos em P&D e a produtividade das empresas.

Hall e Mairesse (1995) também encontraram uma relação positiva (0,25) entre investimentos em P&D e a produtividade das firmas. Para estimação dos coeficientes, os dados de 197 empresas manufatureiras da França no período 1980-1987 foram utilizados. A principal conclusão foi a melhoria da qualidade das estimativas de elasticidade de P&D quando utiliza dados de série histórica mais longa, e a escolha da taxa de depreciação para o capital de P&D influenciou pouco nos resultados.

Para o caso brasileiro, Gasques *et al.* (2004) estimaram a PTF na agropecuária no período 1975-2002. O resultado indicou, como em outros países, a relação positiva entre gastos em P&D e a produtividade (a cada 1% nos gastos em pesquisa gera impacto imediato de 0,17% na PTF da agropecuária). A comparação do nível de produtividade das firmas inovadoras com não inovadoras indica que a produtividade do primeiro grupo é expressivamente superior em relação a do segundo grupo (SILVA, 2009; DE NEGRI; CAVALCANTE; JACINTO, 2014).

Em relação ao impacto no PIB, Hanusch, Chakraborty e Khurana (2017) analisaram a eficácia dos gastos públicos no crescimento econômico para os países do G20. O resultado indica que 1% dos gastos públicos em P&D gera crescimento adicional de 9,92% no PIB. Além disso, os gastos em P&D foi a categoria que apresentou maior eficácia de retorno em relação aos gastos em formação de capital humano, defesa e desenvolvimento de infraestrutura. Bor *et al.* (2010), também, encontraram efeito positivo dos gastos públicos em P&D sobre o PIB de Taiwan. Os gastos públicos em P&D de 1% apenas em 1 ano gerou crescimento do PIB real de 0,02% (curto prazo) e 0,04% (longo prazo) em Taiwan. Para o Brasil, a simulação realizada por Pio, Gomes e Perobelli (2016) apresentou aumento de 0,004% do PIB real (valor equivalente a R\$ 86,92 milhões) quando há aumento de 1% no estoque de capital *knowledge* por meio dos investimentos em P&D.

¹ PTF é uma medida do crescimento da produção explicado apenas pela inovação tecnológica no setor (Figueiredo, Barros, Conceição, 2012).

QUADRO 1
Estudos econômicos sobre os retornos dos gastos em P&D

Referência		Objetivo	Metodologia	Resultados
1	Griliches (1980)	Estimar o coeficiente de investimento em P&D correlacionado com o crescimento da produtividade das empresas nos EUA	Econometria	Entre a produtividade e investimentos em P&D, existe relação consistente e positiva, e a elasticidade é de 0,07 para as indústrias mais intensivas em P&D
2	Hall e Mairesse (1995)	Estimar a elasticidade e taxa de retorno dos gastos em P&D das empresas na França na década de 1980	Econometria	O coeficiente de P&D sobre a produtividade foi de 0,25, e a taxa de retorno dos gastos em P&D é de 78%
3	Crépon, Duguet e Mairesse (1998)	Estudar a relação entre produtividade, inovação e pesquisa no nível das firmas na França	Econometria	A elasticidade de P&D das indústrias na França é de 0,12 em 1990
4	Rocha et al. (2016)	Analizar os impactos dos investimentos em P&D sobre o desempenho das empresas de 43 países, considerando a distância da fronteira tecnológica	Econometria	Um aumento de 1% nos investimentos em P&D gera um crescimento nas vendas de 0,40% para firmas próximas a fronteira tecnológica e 0,16% para firmas mais afastadas
5	Hanusch, Chakraborty e Khurana (2017)	Investigar as relações existentes entre crescimento econômico e gastos públicos de categoria específica	Econometria	1% dos gastos públicos em P&D gera um crescimento adicional de 9,92% no PIB dos países do G20
6	Wolff e Nadiri (1993)	Analizar a relação entre P&D, mudança tecnológica e ligações intersetoriais nos setores da economia dos EUA	Matriz de insumo-produto	A P&D financiada pelo setor privado tem efeito significativo a uma taxa de retorno de 40% (nos manufaturados) e 60% (para todos setores)
7	Cerulli e Potì (2009)	Mensurar o efeito <i>transbordamento</i> intersetorial de P&D na Itália no ano 2000	Matriz de insumo-produto	Apenas alguns setores são provedores de difusão da inovação intersetorial: “química/farmacêutica” e “tecnologia da comunicação”
8	Ghosh (2007)	Avaliar os impactos das políticas de subsídios às atividades em P&D no Canadá	Equilíbrio geral computável	Um subsídio adicional de um bilhão de dólares por ano traz um ganho de 2,8% na linha de consumo das famílias

Referência		Objetivo	Metodologia	Resultados
9	Bor et al. (2010)	Avaliar os impactos do investimento público em P&D na economia e no produtividade de Taiwan	Equilíbrio geral computável	Gastos públicos em P&D gerou efeito positivo de 0,02% (curto prazo) e 0,04% (médio prazo) sobre o PIB real de Taiwan
10	Gasques et al (2004)	Estimar o efeito dos gastos sobre a Produtividade Total dos Fatores (PTF) na agropecuária brasileira no período de 1975-2002	Econometria	A cada 1% com gastos em P&D pela Embrapa gera ganho de produtividade de 0,17% na agropecuária brasileira
11	Silva (2009)	Identificar as características do processo de inovação da indústria brasileira	Econometria	As firmas inovadoras em produto possuem, em média, uma produtividade 85% superior às demais
12	Figueiredo, Barros e Conceição (2012)	Medir o retorno econômico dos investimentos em P&D na citricultura paulista	Econometria	Para cada R\$ 1,00 investido na pesquisa citrícola, obtém-se aumento de R\$ 13,67 no valor da produção de laranja no estado de SP
13	De Negri, Cavalcante e Jacinto (2014)	Analizar a relação entre inovação, investimento em P&D e produtividade na economia brasileira nos anos 2000	Econometria	As firmas inovadoras possuem nível de produtividade cerca de 30% superior ao das não inovadoras
14	Silva, Gonçalves e Perobelli (2010)	Identificar os efeitos da tecnologia e conhecimento incorporados nos insumos para a taxa de crescimento da PTF nos setores da economia brasileira	Matriz de insumo-produto	Entre 1990-2000 e 2000-2003, a variação de P&D incorporada nos insumos responde por 3% do aumento no crescimento da PTF da indústria
15	Pio, Gomes e Perobelli (2016)	Analizar os impactos da formação do capital <i>knowledge</i> , adquiridos por meio dos investimentos em P&D, na economia brasileira	Equilíbrio geral computável	O aumento de 1% no estoque de capital <i>knowledge</i> dos setores mais intensivos em P&D causa uma elevação de R\$ 86,92 milhões na economia

Fonte: Elaboração própria com base em revisão de literatura

Este artigo está subdividido em mais 3 seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta uma análise exploratória dos dados em P&D presentes na matriz de insumo-produto mais recente para a economia brasileira (2005). Em seguida, a seção 3 detalha o modelo de equilíbrio geral computável utilizado para estimar os impactos macroeconômicos e setoriais de uma redução de impostos sobre os gastos em P&D, reportando os resultados encontrados. E a seção final, tecerá as principais conclusões do estudo.

2. O GASTO DE P&D PELOS DADOS DA MIP

Uma primeira análise exploratória dos gastos em P&D sobre a economia passa pela mensuração da importância destes gastos sobre a estrutura produtiva brasileira. Uma forma de se capturar a importância dos fluxos relacionados a P&D sobre os setores produtivos é através da análise de insumo-produto. Uma matriz de insumo-produto para uma dada região ou país descreve os fluxos monetários de bens e serviços entre as indústrias locais com setores da demanda final. Os modelos de insumo produto proporcionam as bases conceituais para a análise das relações intersetoriais de uma economia. Desse modo, as linhas de uma matriz de IP descrevem a distribuição da produção de um determinado setor por toda a economia. As colunas, por sua vez, descrevem a composição de insumos necessários a um determinador setor para que ele possa produzir seu produto. As colunas adicionais, denominada Demanda Final, apresentam as vendas de cada setor aos mercados finais, tais como aos consumidores finais e ao governo. Pelo modelo original de Leontief se consegue captar as relações entre os setores econômicos e os transbordamentos na escala nacional.

A análise de insumo-produto tornou-se um dos métodos mais utilizados para se avaliar a economia devido à sua possibilidade de agrupar informações sobre o processo de produção, consumo intermediário, comércio exterior, salário e impostos (MILLER e BLAIR, 2009). Uma das principais aplicações destes modelos tem sido a análise de impacto de choques e de políticas econômicas no território.

A mais recente matriz de insumo-produto do IBGE, datada para o ano de 2015, traz os serviços de P&D como um de seus 127 produtos/serviços. Estes dados podem ser explorados para se ter uma análise sistêmica do produto na economia brasileira, através de indicadores complementares a Sondagem da Inovação, e que possam servir de base para as informações extraídas pela pesquisa. Os Serviços de P&D, segundo a MIP 2015, corresponderam a 0,5% do valor da produção da economia brasileira neste ano, ou 0,86% do setor de serviços. A Tabela 1 mostra que o total de serviços de P&D, em 2015, foi de R\$50,675 bilhões de reais, a preços básicos. Há um setor na MIP associado aos serviços de P&D (*Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D*) mas a matriz mostra que a produção de P&D também está associada a dois setores de serviços públicos (*Educação Pública, Administração Pública*) e ao setor de *Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D*.

TABELA I
Oferta de Serviços de P&D na economia brasileira em 2015 (R\$ milhões)

Educação pública	18.826	37,2%
Administração pública, defesa e segurança social	11.032	21,8%
Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	4.810	9,5%
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	2.042	4,0%
Saúde pública	1.748	3,4%
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	1.077	2,1%
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	1.049	2,1%
Educação privada	1.029	2,0%
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	994	2,0%
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	920	1,8%
Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos	822	1,6%
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	738	1,5%
Comércio por atacado e varejo	715	1,4%
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	420	0,8%
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	413	0,8%
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	344	0,7%
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	343	0,7%
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	273	0,5%
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	261	0,5%
Telecomunicações	261	0,5%
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	255	0,5%
Demais setores	2303	4,5%
Total	50.675	100%

Fonte: IBGE, 2015

A tabela de insumo-produto permite observar a participação dos Serviços de P&D nos insumos dos setores. Este seria o uso de P&D para a produção corrente dos setores, diferente o uso como investimento, que será analisado posteriormente.

A tabela 2 indica que o coeficiente setorial de P&D é mais importante no próprio setor, representando cerca de 5% do valor bruto de produção e em setores de transportes e industriais (farmoquímicos e farmacêuticos, energia elétrica, máquinas e equipamentos, automóveis e petróleo e gás). Mas vale notar que são coeficientes abaixo de 2% nesses setores.

Dado os baixos coeficientes técnicos, ou baixo uso de P&D nos setores, é natural que o efeito multiplicador de produção do setor de P&D seja baixo. O multiplicador simples de produção captura o efeito direto e indireto na economia da expansão do setor, indicando, portanto, a produção total que ele gera na economia. Segundo a MIP de 2015, o setor de P&D possui multiplicador de 1,44, superior apenas a outros 10 setores da MIP. Assim, 55 setores possuem efeitos multiplicadores maiores que o setor de P&D, sendo os setores de Abate e produtos de carne e Refino de Petróleo os de maior efeito multiplicador, em torno de 2,50.

TABELA 2
Coeficiente técnico de P&D por setor em 2015 (% do VBP setorial)

Setor	Coeficiente técnico de P&D
Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	5,05%
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	3,97%
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	1,76%
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	1,45%
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	1,38%
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	1,23%
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	1,23%
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	1,09%
Extração de minerais metálicos não ferrosos, inclusive beneficiamentos	1,00%
Saúde pública	0,92%
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	0,91%
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	0,88%
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,87%
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos	0,84%
Fabricação de produtos do fumo	0,83%
Água, esgoto e gestão de resíduos	0,79%
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,73%
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,66%
Administração pública, defesa e segurança social	0,64%
Fabricação de biocombustíveis	0,63%
Fabricação e refino de açúcar	0,62%
Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	0,62%
Construção	0,60%
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	0,59%
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	0,55%
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	0,52%
Metalurgia de metais não ferrosos e a fundição de metais	0,50%
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,50%
Educação pública	0,47%
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	0,47%
Outros produtos alimentares	0,45%
Produção de ferro gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	0,41%
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	0,41%
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,38%
Fabricação de bebidas	0,32%
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,32%
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,32%
Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos	0,31%
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	0,30%
Impressão e reprodução de gravações	0,24%
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	0,21%
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	0,18%
Comércio por atacado e varejo	0,18%
Fabricação de produtos da madeira	0,17%
Fabricação de produtos têxteis	0,15%
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,15%
Educação privada	0,12%
Transporte terrestre	0,12%
Transporte aquaviário	0,08%
Alojamento	0,06%
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	0,06%
Refino de petróleo e coqueiras	0,05%
Outras atividades administrativas e serviços complementares	0,02%
Telecomunicações	0,02%
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	0,01%
Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	0,01%
Organizações associativas e outros serviços pessoais	0,01%
Alimentação	0,01%
Edição e edição integrada à impressão	0,01%

Fonte: IBGE, 2015

Os serviços de P&D, por sua vez, são um elemento importante do investimento da economia. Segundo os dados da MIP, ele representa 4,5 % da formação bruta de capital fixo (FBCF) do país. Vale notar que 94% da produção dos serviços de P&D é utilizada como investimento, e apenas 6% como insumo intermediário. Logo, o impacto de P&D se dá com maior intensidade pelos canais de investimento e produtividade do que pelos efeitos multiplicadores sobre a produção.

TABELA 3
Composição da Formação Bruta de Capital Fixo no Brasil em 2015 (R\$ milhões)

Setores	Valor (R\$ milhões)	Part. %
Edificações	340.306	31,8%
Obras de infraestrutura	119.076	11,1%
Serviços especializados para construção	103.136	9,6%
Outras máquinas e equipamentos mecânicos	86.799	8,1%
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	66.550	6,2%
Automóveis, camionetas e utilitários	48.775	4,6%
Pesquisa e desenvolvimento	47.608	4,5%
Caminhões e ônibus, inclusive cabines, carrocerias e reboques	31.784	3,0%
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	30.766	2,9%
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	24.243	2,3%
Tratores e outras máquinas agrícolas	23.455	2,2%
Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte	21.084	2,0%
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	19.488	1,8%
Equipamentos de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos	16.548	1,5%
Máquinas para a extração mineral e a construção	13.912	1,3%
Bovinos e outros animais vivos, produtos animais, caça e serviços	13.552	1,3%
Móveis	13.500	1,3%
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	12.099	1,1%
Produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos	10.887	1,0%
Produtos de industrias diversas	10.244	1,0%
Petróleo, gás natural e serviços de apoio	8.690	0,8%
Serviços de arquitetura e engenharia	3.514	0,3%
Eletrodomésticos	1.840	0,2%
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	815	0,1%

Fonte: IBGE, 2015

A partir desta análise exploratória sobre o setor de P&D e suas interdependências setoriais, a próxima seção utiliza um modelo de equilíbrio geral computável para avaliar os impactos sistêmicos da diminuição do custo de P&D na economia brasileira.

3. ESTIMATIVA DE IMPACTO DO P&D NA ECONOMIA BRASILEIRA EM EQUILÍBRIO GERAL

3.1. Modelo BRIDGE

O modelo de equilíbrio geral computável (EGC) utilizado neste trabalho é denominado BRIDGE (Brazilian Recursive Dynamic General Equilibrium Model) (DOMINGUES et alii, 2010), que por sua vez parte de elementos da especificação dos modelos MONASH e ORANI (DIXON e RIMMER, 1998; DIXON et alii, 1982). O modelo segue a tradição australiana de modelagem, do tipo Johansen, nos quais a estrutura matemática é representada por um conjunto de equações linearizadas, nos quais as soluções são apresentadas como taxas de crescimento.

O modelo BRIDGE está configurado para o ano de 2013, de acordo com a classificação setorial e de produtos da matriz insumo-produto do IBGE: 127 setores/produtos, cinco componentes da demanda final (consumo das famílias, consumo do governo, investimento, exportações e estoques), dois elementos de fatores primários (capital e trabalho), dois setores de margens (comércio e transportes), importações por produto para cada um dos 127 setores e cinco componentes da demanda final, um agregado de impostos indiretos e um agregado de impostos sobre a produção.

A especificação teórica do modelo segue o padrão em modelos EGC nacionais. Os setores produtivos minimizam custos de produção sujeitos a uma tecnologia de retornos constantes de escala, em que a combinação de insumos intermediários e fator primário (agregado) é determinada por coeficientes fixos (Leontief). Na composição dos insumos há substituição via preços entre produto doméstico e importado, por meio de funções de elasticidade de substituição constante (CES). Na composição do fator primário também há substituição via preço entre capital e trabalho por funções CES. Embora todos os setores apresentem a mesma especificação teórica, os efeitos substituição via preços se diferenciam de acordo com a composição doméstico/importado dos insumos do setor (presente na base de dados).

A demanda das famílias é especificada a partir de uma função de utilidade não-homotética de Stone-Geary (PETER et alii, 1996), na qual a composição do consumo por produto entre doméstico e importado é controlada por meio de funções de elasticidade de substituição constante (CES). As exportações setoriais respondem a curvas de demanda negativamente associadas aos custos domésticos de produção e positivamente afetadas pela expansão exógena da renda internacional, adotando-se a hipótese de país pequeno no comércio internacional. O consumo do governo é tipicamente endógeno, podendo estar associado ou não ao consumo das famílias ou à arrecadação de impostos. Os estoques se acumulam de acordo com a variação da produção.

O investimento e o estoque de capital seguem mecanismos de acumulação e de deslocamento intersetorial a partir de regras pré-estabelecidas, associadas à taxa de depreciação e retorno. O mercado de trabalho também apresenta um elemento de ajuste intertemporal, que envolve variáveis como o salário real, emprego atual e emprego tendencial.

A operacionalização de um modelo EGC é composta por duas partes. A primeira é a especificação, que consiste em determinar as formas funcionais, baseadas na teoria microeconômica

tradicional consolidada. A segunda parte é denominada de calibragem, e consiste na determinação de uma solução inicial. Para a execução dessas duas etapas são necessários dois tipos de dados: os provenientes da matriz de absorção (núcleo da base de dados do modelo), as quais retratam os fluxos da economia, e ainda os parâmetros comportamentais relativos às formas funcionais adotadas (como por exemplo, as elasticidades de exportação, elasticidades de substituição)

A estrutura do núcleo da base de dados do modelo é representada na Figura 1. As linhas mostram a estrutura de compras realizadas por cada agente representado nas colunas. Cada um dos 127 bens identificados pode ser obtido no mercado nacional ou internacional. Os bens são consumidos pelos setores, para investimento, consumo, consumo do governo, variação de estoques e exportações. Sobre o consumo de bens pelos agentes incidem margens (m) e impostos (t). São utilizados 3 fatores de primários: trabalho, capital e terra. Sobre a produção dos setores incidem impostos ($V1PTX$), assim como sobre a folha de salários ($VLTAX$). A matriz de produção (MAKE) representa a produção dos c bens pelos i setores, e o imposto sobre as importações é representado pelo vetor $V0TAR$.

O modelo requer equações de demanda para todos agentes e fluxos representados na economia: demanda por produtos domésticos e importados, demanda por fatores de produção, equações de preço dos bens e fatores, equações de equilíbrio de mercado, e equações de agregados econômicos.

FIGURA 1
Núcleo da base de dados do modelo EGC

	Dimensões	Agentes					
		Produtores	Investidores	Famílias	Exportações	Governo	Estoques
i	1	$f = 1, \dots, 10$	1	1	1	1	1
Fluxos básicos	c^*s	V1BAS	V2BAS	V3BAS	V4BAS	V5BAS	V6BAS
Margens	c^*s^*m	V1MAR	V2MAR	V3MAR	V4MAR	V5MAR	V6MAR
Impostos	c^*s^*t	V1TAX	V2TAX	V3TAX	V4TAX	V5TAX	V6TAX
Trabalho	c	V1LAB					
Impostos sobre o trabalho	c	V1TAX					
Capital	c	V1CAP					
Terra	c	V1LND					
Impostos sobre a produção	c	V1PTX					
Outros Custos	c	V1OCT					

c - bens (1, ..., 116)
 i - setores (1, ..., 60)
 t - impostos indiretos (ICMS, IPI, Outros)
 f - famílias
 s - origem (doméstico, importado)
 m - margens (comércio, transporte)

Dimensão	Matriz de Produção	Tarifas de Importação
	i	1
c	MAKE	$V0TAR$

Fonte: Elaboração própria.

Os coeficientes de impostos, por sua vez, tratam a soma dos valores de IPI, ICMS e “Outros impostos menos subsídios” para todos os usuários (menos estoque). Apesar de o modelo permitir o tratamento de incidência dos impostos sobre o fluxo das exportações, no caso brasileiro, tais exportações estão desoneradas por lei. Assim, a calibragem dos coeficientes representativos aos impostos sobre os fluxos básicos (e.g. V1TAX) teve um procedimento semelhante aos coeficientes das margens. Os vetores de IPI, ICMS e Outros Impostos (-Subsídios) também foram distribuídos por indústria, particularmente, para V1TAX e V2TAX e, nos demais coeficientes, apenas por origem (doméstico e importado), a partir das tarifas calculadas sobre o total do valor básico. A exceção a esse procedimento se concentrou no Governo, nas Exportações e nas Variações de Estoque, os quais não sofrem incidência de impostos.

Além de dados provenientes das matrizes insumo-produto, os modelos de EGC empregam estimativas de elasticidades e parâmetros. Tais valores são geralmente extraídos da literatura, o que é justificado pela escassez de dados para a estimação. São utilizados principalmente parâmetros relativos a elasticidades de substituição entre fatores primários, elasticidades de substituição do tipo Armington (entre as variedades domésticas e importadas dos bens) e elasticidade-gasto consumo das famílias.

Muitos desses parâmetros, como a elasticidade de substituição entre fatores primários e a elasticidade de substituição entre bens domésticos e importados, obtidas das estimativas econometrísticas contidas no Modelo de Equilíbrio Geral Computável Multi-Regional TERM-CEDEPLAR (DOMINGUES et alii, 2009). A elasticidade de Armington é definida por produto e é idêntica tanto para bens intermediários (SIGMA1), quanto para bens de investimento (SIGMA2) e para a demanda das famílias (SIGMA3). Tais parâmetros foram retirados de Tourinho et alii (2007). Quando necessário, as estimativas foram compatibilizadas aos setores do modelo.

A estrutura de demanda das famílias incorpora também em sua formulação o Parâmetro de Frisch (FRISCH, 1959), que é um parâmetro de substituição que mede a sensibilidade da utilidade marginal da renda². Ele é estimado com um valor negativo e é maior, em módulo, quanto mais pobre for a população em análise. Em outras palavras, quanto maior este parâmetro, em módulo, menor o grau de consumo de “luxo” e maior o grau de consumo de “subsistência”. O BRIDGE – TAX emprega o valor – 2,48, que foi o primeiro a ser estimado para a economia brasileira no modelo já citado (i.e. Multi-Regional TERM-CEDEPLAR). Os resultados apontam uma estimativa de -2,48, que coloca o Brasil, de acordo com a definição original (FRISH, 1959) no extrato de consumo de renda média (DOMINGUES et alii, 2009). Complementando a estrutura de demanda das famílias, utiliza-se um parâmetro que mede a elasticidade gasto dispêndio (EPS) das mesmas. Esses valores foram retirados de Hoffman (2007). Hoffman (2007) calcula a elasticidade-renda de diversos tipos de despesas (e.g. alimentação, habitação, vestuário, transporte, dentre outras), utilizando os dados da POF 2002/2003 (IBGE, 2004).

² Para maiores detalhes ver Dixon *et alii* (1982, 1998).

3.2. Efeitos do custo de P&D sobre a economia brasileira

O modelo BRIDGE foi empregado para estimar o efeito da diminuição do custo de P&D na economia brasileira. A hipótese é de que ao diminuir esse custo os setores se beneficiam com a queda do custo do investimento, ampliando produção e atividade na economia. As simulações foram operacionalizadas a partir de um corte de 1% nos impostos sobre a utilização de P&D na economia, em todos seus usos (como insumo intermediário e investimento). Os resultados representam as variações percentuais acumuladas durante um período de 10 anos, a partir do corte de 1% nos impostos, em relação ao cenário base (tendencial) da economia brasileira, de forma a capturar os impactos, no médio e longo prazos, considerando trabalho e capital endógenos.

A Tabela 4 mostra os impactos agregados sobre as principais variáveis macroeconômicas. O principal efeito se dá na expansão do investimento, como esperado, como pode ser visto pela análise exploratória de insumo-produto da seção anterior. A diminuição no custo do investimento amplia a utilização de capital, repercutindo sobre o crescimento das exportações e do PIB nacional. Dado estes resultados, as simulações indicam que a cada 1% de redução nos impostos sobre a utilização de P&D na economia, o PIB cresceria 0,012% em relação a um cenário tendencial da economia brasileira, sendo 0,062% o crescimento do investimento e 0,056% das exportações nesse cenário.

TABELA 4
**Efeito da diminuição dos custos de P&D na economia – variação percentual acumulada em
 relação ao cenário base**

Indicador	Variação %
PIB real	0,012
Investimento	0,062
Exportações	0,056
Emprego	0,002
Capital	0,020
Deflator PIB	-0,007
Custo Investimento	-0,035

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das simulações

Contudo, a redução dos custos de P&D tem impacto sobre os investimentos setoriais de maneira heterogênea. A tabela 5 apresenta os setores em que o investimento se expande com maior magnitude. Destacam-se setores da indústria (Máquinas, Tratores, Eletrônicos, Plástico) e alguns setores de serviços, com destaque para Publicidade, Serviços de engenharia e Intermediação financeira. Este resultado é interessante no sentido de indicar os setores de maior sensibilidade do investimento frente aos custos de P&D, dada a estrutura produtiva brasileira.

TABELA 5**Impacto da redução do custo de P&D sobre o investimento setorial – variação percentual acumulado do investimento**

Setor	Var. % investimento
Publicidade e outros serviços técnicos	0,31
Tratores e outras máquinas agrícolas	0,28
Máquinas para a extração mineral e a construção	0,25
Outras máquinas e equipamentos mecânicos	0,25
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,22
Serviços de arquitetura e engenharia	0,19
Artigos de borracha	0,18
Componentes eletrônicos	0,17
Artigos de plástico	0,16
Produtos de madeira, exclusive móveis	0,15
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,13
Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	0,12
Cimento	0,12
Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel	0,12
Eletrodomésticos	0,12
Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	0,12
Produtos da metalurgia de metais não ferrosos	0,12
Celulose	0,12
Vidros, cerâmicos e outros produtos de minerais não metálicos	0,12
Caminhões e ônibus, inclusive cabines, carrocerias e reboques	0,12
Peças e acessórios para veículos automotores	0,11
Produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos	0,11
Serviços de impressão e reprodução	0,11
Equipamentos de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos	0,11
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,11
Minerais metálicos não ferrosos	0,10
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,10
Ferro gusa e ferroligas	0,10
Condomínios e serviços para edifícios	0,10
Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte	0,10
Transporte aéreo	0,10
Açúcar	0,10
Defensivos agrícolas e desinfetantes sanitários	0,10
Produtos químicos inorgânicos	0,10
Adubos e fertilizantes	0,10
Resinas, elastômeros e fibras artificiais e sintéticas	0,10

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das simulações.

A ampliação da produção dos setores em decorrência da redução dos impostos sobre P&D pode ser observada na Tabela 6. Novamente, estes resultados podem ser interpretados como os setores mais sensíveis ao efeito da redução do custo de P&D, ou de outra forma, setores com maior elasticidade de crescimento (nível de atividade) em relação aos custos de P&D. Naturalmente, os setores mais envolvidos com a própria atividade (oferta) de P&D são positivamente afetados (Publicidade, Serviços de Engenharia e Arquitetura, por exemplo), mas se destacam também setores da indústria com efeito multiplicador importante na economia. São eles: Componentes eletrônicos, Tratores e outras máquinas agrícolas, Caminhões e ônibus, Equipamentos de medida, teste e controle, ópticos e eletro-médicos,

Máquinas para a extração mineral e a construção, Máquinas para escritório e equipamentos de informática e Máquinas, aparelhos e materiais elétricos.

TABELA 6
Impacto da redução do custo de P&D sobre a atividade setorial – variação % do nível de atividade setorial

Setor	Var. % atividade
Publicidade e outros serviços técnicos	0,327
Serviços de arquitetura e engenharia	0,064
Componentes eletrônicos	0,062
Tratores e outras máquinas agrícolas	0,060
Edificações	0,060
Caminhões e ônibus, inclusive cabines, carrocerias e reboques	0,057
Obras de infraestrutura	0,056
Serviços especializados para construção	0,056
Equipamentos de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos	0,055
Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	0,053
Outras máquinas e equipamentos mecânicos	0,051
Cimento	0,050
Máquinas para a extração mineral e a construção	0,050
Minerais não metálicos	0,043
Vidros, cerâmicos e outros produtos de minerais não metálicos	0,042
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,041
Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	0,040
Minerais metálicos não ferrosos	0,038
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,038
Carvão mineral	0,037
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	0,035
Artigos de borracha	0,035
Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	0,035
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	0,034
Produtos da metalurgia de metais não ferrosos	0,033
Produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos	0,033
Óleo combustível	0,032
Peças e acessórios para veículos automotores	0,031
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	0,031
Ferro gusa e ferroligas	0,030
Condomínios e serviços para edifícios	0,028
Artigos de plástico	0,028
Minério de ferro	0,028
Petróleo, gás natural e serviços de apoio	0,028
Combustíveis para aviação	0,027
Resinas, elastômeros e fibras artificiais e sintéticas	0,026
Correio e outros serviços de entrega	0,026
Automóveis, camionetas e utilitários	0,025
Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte	0,025
Naftas para petroquímica	0,025
Produtos de madeira, exclusive móveis	0,022
Produtos químicos orgânicos	0,022
Produtos químicos diversos	0,021
Produtos químicos inorgânicos	0,021

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados das simulações.

CONCLUSÕES

Este trabalho teve por objetivo estimar os impactos de gastos em P&D ou subsídios a atividade, como os revelados pela pesquisa da Sondagem da Inovação, sobre a economia brasileira. As análises levantadas, sob a ótica de equilíbrio geral (insumo-produto e modelo de equilíbrio geral computável) tem a vantagem de levar em conta as interdependências setoriais, os encadeamentos produtivos, de forma a permitir uma visão sistêmica da inovação e dos gastos em P&D sobre a economia brasileira.

Os indicadores apontaram que o setor de P&D, no Brasil, possui multiplicador de 1,44, superior apenas a outros 10 setores da MIP, e muito abaixo de setores como Abate e produtos de carne e Refino de Petróleo, por exemplo, que exibem os maiores efeitos multiplicadores, em torno de 2,50. A redução dos custos de P&D tem efeitos mais proeminentes nos setores mais envolvidos com a própria atividade (oferta) de P&D, embora também tenha efeitos sobre setores industriais com efeito multiplicador relevante na economia.

Por outro lado, os serviços de P&D são um elemento importante do investimento da economia. Cabe ressaltar que 94% da produção dos serviços de P&D é utilizada como investimento, e apenas 6% como insumo intermediário. Logo, o impacto de P&D se dá com maior intensidade pelos canais de investimento e produtividade do que pelos efeitos multiplicadores sobre a produção. A redução em 1% dos impostos sobre os gastos relacionados a P&D teria impactos sobre a elevação do investimento na economia, com impactos diferenciados setorialmente. Neste caso, destacam-se setores da indústria (Máquinas, Tratores, Eletrônicos, Plástico) e alguns setores de serviços, com realce para Publicidade, Serviços de engenharia e Intermediação financeira.

Os principais efeitos, de médio e longo prazos, residem no aumento do investimento e produtividade, ampliando a competitividade dos setores da economia brasileira, o que possibilita uma melhor inserção no mercado externo. A compreensão dos impactos setoriais abre espaço para a formulação de políticas públicas orientadas para o estímulo a P&D, subsidiando o debate sobre a importância dos incentivos à inovação e seus potenciais impactos sobre a estrutura produtiva brasileira.

REFERÊNCIAS

- BOR, Y. J. *et al.* A dynamic general equilibrium model for public R&D investment in Taiwan. **Economic Modelling**, v. 27, n. 1, p. 171-183, 2010.
- CERULLI, G.; POTÌ, B. Measuring intersectoral knowledge spillovers: na application of sensitivity analysis to Italy. **Economic Systems Research**, v. 21, n. 4, p. 409-436, 2009.
- CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. Research, Innovation and Productivity: na econometric analysis at the firm level. **Econ. Innov. New Techn.**, v. 7, n. 2, p. 115-158, 1998.
- DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R.; JACINTO, P. A. Inovação, P&D e produtividade na indústria brasileira. In: IPEA; DISSET. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**. Brasília: IPEA, n. 34, ago. 2014. p. 19-25.
- FIGUEIREDO, M. G.; BARROS, A. L. M.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. Retorno econômico dos investimentos em P&D na citricultura paulista. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília , v. 50, n. 3, p. 493-502, set. 2012.
- GASQUES, J. G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. R. P.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. Brasília: IPEA, 2004. 31 p. (Texto para discussão, 1017).
- GHOSH, M. R&D Policies and Endogenous Growth: A Dynamic General Equilibrium Analysis of the Case for Canada. **Review of Development Economics**, v. 11, n. 1, p. 187-203, 2007.
- GRIRILICHES, Z. Returns to research and development expenditures in the private sector. In: KENDRICK, J.; VACCARA, B. (Eds.). **New Developments in Productivity Measurement and Analysis**. [s.l.]: University of Chicago Press, 1980. p. 419-462.
- HALL, B.H.; MAIRESSE, J. Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms. **Journal of Econometrics**, v. 65, n. 1, p. 263-293, jan. 1995.
- HANUSCH, H.; CHAKRABORTY, L.; KHURANA, S. Fiscal Policy, Economic Growth and Innovation: An Empirical Analysis of G20 Countries. **Levy Economics Institute**, Working Paper No. 883. 27 fev. 2017.
- PIO, J. G. ; PEROBELLI, F. S. ; GOMES, A. L. Impacts of expenditures on research and development on the Brazilian economy: A CGE approach. In: Annual Conference on Global Economic Analysis, 19., 2016, Washington DC. **Anais eletrônicos...** Washington DC: GTAP, 2016. Disponível em: <<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/8022.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018.
- ROCHA, L. A. *et al.* O impacto dos investimentos em pesquisa & desenvolvimento no desempenho das empresas. **Rev. econ. contemp.**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 58-91, jan-abr. 2016.
- SILVA, A. M. Impacto da geração e absorção de conhecimento na produtividade da firma. **Rev. econ. contemp.**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 467-487, set-dez. 2009.
- SILVA, A. R. A.; GONÇALVES, E.; PEROBELLI, F. S. Transbordamentos, P&D e Produtividade Total dos Fatores no Brasil: uma avaliação do período 1990-2005. In: Encontro Nacional de Economia, 38., 2010, Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador: ANPEC, 2010. Disponível em: <<http://www.anpec.org.br/encontro2010/inscricao/arquivos/000-cc89c95d348680a5eca8f290fd254f20.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2018.
- WOLFF, E. N.; NADIRI, M. I. Spillover effects, linkage structure, and research and development. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 4, n. 2, p. 315-331, dez. 1993.