

Pesquisa e desenvolvimento, estrutura produtiva e efeitos econômicos: avaliando o papel do financiamento público na economia brasileira (2011-2020)¹

Rosa Livia Gonçalves Montenegro ♦
Admir Antonio Betarelli Junior ♦♦
Domitila Santos Bahia °
Eduardo Gonçalves ♦♦
Weslem Rodrigues Faria ♦♦

RESUMO

Investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) são reconhecidamente estratégicos na produção de conhecimento e permitem que os setores econômicos inovem e se adaptem às mudanças do ambiente competitivo no mercado interno e externo. Esses investimentos setoriais encontram-se em uma trajetória declinante na economia brasileira e a escassez de fontes de financiamento é apontada como um dos principais fatores contributivos. O capital público representa a segunda maior fonte de financiamento de P&D no Brasil, mas sua alocação difere por setor de alta, média e baixa intensidade tecnológica. Uma questão importante sobre financiamento público em investimento de P&D é entender qual o seu papel nos efeitos econômicos projetados sobre a economia brasileira. Assim, este artigo realiza um exercício contrafactual sem a parcela do capital público entre 2011 e 2015 em relação ao cenário de referência da economia brasileira a fim de averiguar quais são os desvios gerados sobre as projeções econômicas até 2020. Para tanto, utiliza-se um modelo dinâmico de equilíbrio geral computável (EGC) de 2010, que incorpora uma matriz de absorção de investimento. Os resultados conclusivos sinalizam que haveria uma retração da atividade econômica, acompanhada por uma redução dos índices de preços, com maiores efeitos negativos sobre os setores de alta e média intensidade tecnológica no país, contribuindo para certa primarização da economia.

Palavras-chave: Financiamento público. P&D. Equilíbrio Geral Computável.

ABSTRACT

Research and development (R&D) expenditures are recognized as strategic input in the production of knowledge and enable the economic sectors to innovate and adapt to changes in the competitive environment of the domestic and external market. These sectoral investments are in a declining trend in the Brazilian economy and the scarcity of financing sources is pointed out as one of the main contributory factors. Public capital represents the second largest source of R&D funding in Brazil, but its allocation differs by sector of high, medium and low technological intensity. An important issue about public financing in R&D investment is to understand its role in the economic effects projected on the Brazilian economy. Thus, this article performs a contractual exercise without the share of public capital between 2011 and 2015 in relation to the reference scenario of the Brazilian economy in order to ascertain the deviations generated over economic projections up to 2020. For this purpose, a Computable General Equilibrium (CGE) model of 2010, which incorporates an investment absorption matrix. The conclusive results indicate that there would be a retraction of economic activity, accompanied by a reduction of the price indices, with greater negative effects on the sectors of high and medium technological intensity in the country, contributing to re-primarization of the economy.

Keywords: Public funding; R&D; Computable General Equilibrium.

JEL Code: O32; O38; C68.

Área 9: Economia Industrial e da Tecnologia

¹ Os autores agradecem o apoio da FAPEMIG, CNPq e CAPES.

♦ Professora em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ).

♦♦ Professores do Programa de Pós-Graduação (PPGE), Departamento de Ciências Econômicas, UFJF; ° Doutoranda do PPGE/UFJF.

1 Introdução

O financiamento público e os incentivos fiscais para investimentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D)² têm se tornado um instrumento de política cada vez mais popular em diversas nações (OECD, 2005). Subjacente ao fomento público em P&D está o reconhecimento dos canais de impactos positivos gerados pela produção de conhecimento nas economias. O novo conhecimento confere ao desenvolvedor a possibilidade de comercializá-lo ou utilizá-lo em benefício próprio na produção (IBGE, 2015)³. A comercialização permitiria uma rápida difusão da nova tecnologia, porém se esta fosse utilizada internamente, com direitos de propriedades bem estabelecidos, a decodificação da tecnologia poderia se tornar mais morosa ou restrita. Em ambos os casos, como resultante, os investimentos em P&D promoveria a ampliação do capital humano (Becker, 1964), expandindo o nível de produtividade dos fatores de produção e o estoque de capital físico em um sistema produtivo (Bor *et al.*, 2010). Assim, esses ganhos de produtividade tendem a reforçar as tendências competitivas de certas atividades setoriais tanto no mercado interno quanto no externo. A intensidade desses efeitos depende da participação e integração de setores intensivos em conhecimento na estrutura produtiva de uma economia (Hong *et al.*, 2014). Quanto maior forem essa participação e integração, mais forte são efeitos positivos oriundos dos investimentos em P&D. A velocidade com que as inovações tecnológicas ocorrem torna-se um fator preponderante na taxa de ampliação da produtividade dos fatores de produção e até no processo de criação de novos mercados ou de diferenciação de produtos (Avellar, 2009; Luna *et al.*, 2008).

Trabalhos aplicados como de Borrás e Edquist (2013), David *et al.* (2000), Hujer e Radic (2005) apontam os efeitos gerados pelas políticas de incentivo à inovação, tanto de incentivos financeiros quanto de programas de incentivos fiscais. Em geral, afirmam-se que o impacto gerado diretamente pelas políticas é a amplificação das atividades inovativas, isto é, as políticas são implementadas a fim de diminuir os custos com as atividades de P&D, bem como para compartilhar as incertezas quanto aos novos projetos a serem inseridos no mercado. Similarmente, observam-se os impactos positivos provocados por *spillovers*, produzidos quando novos produtos e tecnologias passam a ser adotados por outras firmas. Com o decorrer do tempo, os efeitos se difundem além das fronteiras das firmas, em que os efeitos de transbordamento atingem, no longo prazo, consequências para a economia como um todo, como a melhoria do crescimento econômico.

Em suma, por esses principais canais de impacto que os investimentos em P&D são diretamente associados com o nível de competitividade e crescimento econômico de um país (Galor, 2005; Jones, 1995; Barro; Sala-i-Martin, 1995; Solow, 1957; Albuquerque, 1996; Freeman, 2004; Fagerberg, 1994). Entretanto, a preocupação recorrente é a forma de fomento que o Estado deve adotar como indutor do desenvolvimento tecnológico e de competitividade (DOSI *et al.*, 1990). Diante das reorientações do processo produtivo dos setores econômicos e da dinâmica dos mercados consumidores, impulsionadas pelas transformações no comércio internacional, é cada vez maior o papel das decisões públicas quanto às estratégias adotadas pela política de fomento aos investimentos de P&D como respostas às exigências competitivas do mercado internacional em um ritmo acelerado de mudança. Especialmente no Brasil, o apoio do setor público à promoção de P&D nas atividades setoriais se baseia em mecanismos institucionais e financeiros bem estabelecidos, tais como: financiamento com juros reduzidos, fundos de capital empreendedor, incentivos fiscais, subvenções econômicas e compras diretas pelo setor público (MCTI, 2007).

O financiamento direto do governo permite que os subsídios públicos sejam direcionados para atividades que oferecem os mais altos retornos sociais dos gastos com pesquisa (COELHO; DE NEGRI, 2011), apresentando maior grau de maturidade tecnológica. Todavia, esse tipo de instrumento de fomento

² Existem diversos instrumentos de política tecnológica, como: incentivo fiscal às atividades inovativas; subsídios a projetos de pesquisa ou políticas de incentivo de Investimento Externo Direto em atividades intensivas em P&D; incentivo ao esforço de inovação e de criação de uma infraestrutura tecnológica capaz de estreitar os vínculos entre os agentes e atores que constituem o Sistema Nacional de Inovação (SNI).

³ O conjunto de Produtos de Propriedade Intelectual (PPI) incluem: pesquisa e desenvolvimento (P&D); exploração e avaliação de recursos minerais; software e banco de dados; originais de entretenimento, literatura e artes; e outros produtos de propriedade intelectual. O produto “Pesquisa e desenvolvimento” se destaca como produção de conhecimento (IBGE, 2015).

às atividades de P&D industrial tem um efeito menor do que os gastos com P&D privado, embora isso possa ser devido à existência de externalidades ou efeitos *spillovers*, provavelmente maiores com esse financiamento direto do setor público (Clark; Guy, 1998). Já a política de incentivos fiscais é a mais aplicada e representa uma forma de dedução do imposto de renda e/ou crédito fiscal. Os incentivos fiscais à inovação atendem praticamente todos os tipos de firma, independentemente do tipo de projeto de P&D que a firma esteja empreendendo, do seu tamanho, da origem de seu capital, bem como do setor de atividade do qual participa. Trata-se, pois, de um instrumento mais transparente e flexível. Não obstante, esse tipo de incentivo não adianta recursos financeiros para as atividades tecnológicas, apenas reembolsa os gastos já realizados, excluindo assim empresas de pequeno porte que não possuem capital suficiente para os investimentos requeridos. Além disso, esse instrumento de política parece não conseguir aumentar a base tecnológica de empresas inovadoras, pois somente aprofunda as atividades tecnológicas de empresas que já são consideradas inovadoras (Avelar; Alves, 2008; Kannebley Junior; Shimada; De Negri, 2016).

Por seu turno, a concessão de subvenção econômica para a inovação é um instrumento de política de governo comumente utilizado em países desenvolvidos, operado de acordo com as normas da Organização Mundial do Comércio (FINEP, 2017). O apoio financeiro aos projetos de inovação por meio de subvenção econômica consiste na aplicação de recursos públicos não reembolsáveis diretamente em empresas, para compartilhar com as mesmas os custos e riscos inerentes às atividades de P&D. Esse mecanismo é voltado à promoção da inovação nas empresas, porém também apresenta a subvenção a pesquisadores, que financia a cobertura de parte da remuneração de pesquisadores mestres e/ou doutores, empregados em atividades de inovação (Morais, 2008). As políticas de incentivo à inovação que estabelecem o financiamento público das atividades de P&D, anteriormente aos anos 1990, eram concentradas exclusivamente na concessão de apoio financeiro e creditício às atividades de ciência e tecnologia (C&T) no Brasil. A partir da promulgação da Lei da Inovação (Lei nº 10.973/2004) e da Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005), a política de inovação passou a conjugar uma atuação do tipo horizontal, de modo a promover a competitividade sistêmica, com uma atuação setorial, contemplando também temas considerados relevantes para o desenvolvimento do país e que não possuem enfoque setorial ou horizontal, chamados destaques estratégicos (Kannebley; Porto, 2012).

A Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), fornece informações acerca dos dispêndios industriais entre atividades internas e aquisições externas em P&D, cujos valores são financiados por três fontes principais: recursos próprios, de terceiros e de capital público. Nas últimas duas edições⁴ da PINTEC, 2011 e 2014, constatou-se que o capital público representa a segunda maior fonte de financiamento de P&D no Brasil, posição esta inferior à fonte de recursos próprios. O financiamento público atingiu 13,6% do total de dispêndio de atividades internas e aquisições externas em P&D nas indústrias brasileiras da Pintec 2014, ou seja, um leve incremento de 1,6 pontos percentuais (p.p.) em relação à edição anterior. Setores industriais de alta e média intensidade tecnológica são aqueles que mais recebem fomento público para P&D. Não obstante, de acordo com a Pintec 2014, cerca de 68,8% do total de 94 mil pesquisadores das empresas inovadoras consideram a escassez de fontes de financiamento como impeditivo à inovação industrial, ocupando a terceira posição. O principal mecanismo utilizado no intervalo 2012-2014 foi o financiamento para compra de máquinas e equipamentos, atingindo uma taxa de cobertura na ordem de 29,9% das empresas inovadoras, um adicional de 4,3 p. p. em relação ao triênio anterior. Os incentivos fiscais à P&D e inovação tecnológica, dispostos na Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005), atingiram 3,5% das empresas inovadoras entre 2012 e 2014, ante 2,7% registrados entre 2009 e 2011 (De Negri *et al.*, 2016).

Não obstante, na nova série do sistema de contas nacionais (SCN) do IBGE, que inclui os dispêndios com P&D no novo conceito da formação bruta de capital físico (FBCF), as estatísticas têm apontado para uma retração real deste tipo de investimento a partir de 2014. Entre 2011 e 2013, a taxa real de crescimento era de 2% ao ano (a.a.). Já em 2014 e 2015, houve uma inversão da trajetória dos investimentos em P&D, que retraíram, respectivamente, 9,4% e 4,10% em relação ao ano anterior. A conjuntura da época, caracterizada por uma maior fragilidade financeira do orçamento público, uma taxa de desemprego em crescimento e uma desaceleração da atividade industrial, está associada com o comportamento dos

⁴ Pintec 2011 (triênio 2009-2011) e Pintec 2014 (triênio 2012-2014).

investimentos em P&D, que atingiu uma queda total de 7,3% entre 2011 e 2015. Essas estatísticas parecem sinalizar que o fomento público em P&D foi importante para o período de 2011 e 2014, especialmente para amenizar a retração dos investimentos P&D após o ano de 2014. Embora tenha sido importante no período, a oferta de fundos de financiamento públicos é ainda escassa para atender os projetos relacionados à área de inovação das empresas brasileiras (DE NEGRI *et al.*, 2009).

Nesse contexto, esse artigo tem por objetivo analisar os efeitos econômicos de curto e médio prazo do financiamento público para investimento em P&D na economia brasileira até 2020. A preocupação reside na necessidade de se considerar o cenário de referência da economia para a análise desta política de fomento público. Ou melhor, objetiva-se identificar quais seriam os desvios nas taxas de crescimento dos principais indicadores macroeconômicos e setoriais se o financiamento público observado entre 2011 e 2015 não tivesse ocorrido. Em consonância com o novo conceito de FBCF descrito pelo IBGE (2015), P&D é considerado como insumo que os investidores produtivos demandam para a formação uma unidade adicional de capital. Dessa maneira, o fomento público permite viabilizar parte da compra deste tipo de insumo na produção de capital. Assim, a inexistência do financiamento público implicaria na restrição dos investimentos produtivos e, portanto, na queda de oferta do capital na economia. Tendo em vista o curto período do exercício de simulação da política de financiamento público, esta pesquisa adota a hipótese de produtividade constante dos fatores de produção, ou seja, no período da simulação os investimentos de P&D ainda não se tornaram operacionais para gerar ganhos de produtividade da PTF. Além disso, espera-se ainda que a queda a atividade econômica sem o fomento público afete a estrutura de preços relativos na economia, provocando uma realocação dos recursos nas interdependências setoriais. A análise dos impactos requer uma grande atenção sobre as atividades setoriais mais demandantes do financiamento público para investimento em P&D para formar capital. Nesse sentido, investimentos de setores de alta intensidade tecnológica devem sofrer uma retração relativamente maior. Portanto, os resultados projetados devem ser de grande interesse para o debate em curso da política de fomento em P&D Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), justamente por quantificar o papel do financiamento público no Brasil.

Nossa análise da política de financiamento público em P&D utiliza um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico-recursivo (EGC-RD), desenvolvido para o Brasil e inédito na literatura. O modelo está calibrado para o ano de 2010 a partir dos dados oficiais das tabelas da matriz de insumo-produto do IBGE. Além disso, o modelo reconhece o comportamento distinto de alocação dos recursos de investimentos de cada das 67 atividades setoriais. Esse aperfeiçoamento para os exercícios de simulação de investimento foi desenvolvido a partir das Matrizes de Absorção de Investimentos (MAI) estimadas por Miguez (2016). Esse aspecto representa um avanço metodológico em relação aos trabalhos de simulação de investimentos com essa metodologia, que tradicionalmente aplicam a mesma estrutura da remuneração do capital. Para o propósito desta pesquisa, a construção da métrica do choque do corte dos investimentos relacionados ao financiamento público requer o conhecimento prévio do comportamento distinto de alocação dos investimentos pelos setores produtivos.

Além dessa seção introdutória, esse artigo se organiza em mais 5 seções. A segunda seção apresenta alguns dos trabalhos aplicados que versam sobre os efeitos do apoio governamental aos investimentos em P&D. A terceira seção traz uma análise exploratória sobre os valores dos investimentos em P&D e aqueles relacionados com o financiamento público. A quarta seção, por sua vez, aborda as principais características do modelo, hipóteses e ambiente econômico adotado. A quinta traz as discussões acerca das projeções macroeconômicas e setoriais, destacando também as atividades econômicas que mais foram prejudicadas em termos de produção e emprego. Por fim, a sexta seção apresenta as considerações finais da pesquisa, salientando os principais resultados, contribuições, limitações e prováveis avanços das pesquisas.

2 Literatura empírica: financiamento público e P&D

Com o objetivo de averiguar o instrumento de política de inovação mais propício para um país, muitos trabalhos da área avaliam os efeitos dessas políticas de inovação nas firmas beneficiadas e em que grau elas modificam seu comportamento em relação às empresas não beneficiadas (AVELLAR, 2009). Em

Taiwan, por exemplo, o governo desempenha um papel fundamental no investimento de ciência e tecnologia (C&T) e, conseqüentemente, consegue avaliar efetivamente os benefícios econômicos do investimento público em C&T (BOR *et al.*, 2010). Alguns trabalhos teóricos como Busom (1999), Czarnitzki, Hanel e Rosa (2011) e Hall e Van Reenen (2000) investigaram programas de incentivos financeiros e fiscais à inovação com o objetivo de responder se o gasto público é suficiente para estimular o gasto privado em P&D. Czarnitzki, Hanel e Rosa (2011) avaliaram o efeito dos benefícios fiscais de P&D em atividades inovadoras das firmas canadenses. O resultado foi que, durante o período entre os anos de 1997 e 1999, os programas de crédito foram utilizados por grande das firmas em setores de alta tecnologia. Foram investigados o efeito médio dos benefícios fiscais em indicadores como, por exemplo, número de novos produtos e originalidade da inovação, utilizando-se a metodologia de correspondência não paramétrica. Em comparação com uma situação em que há ausência de benefícios fiscais de P&D, as firmas beneficiadas são significativamente melhores, o que leva a afirmação da hipótese de que as firmas beneficiadas possuem uma produção adicional de inovação (Czarnitzki; Hanel; Rosa, 2011). Para Georghiou e Roessner (2000), as experiências internacionais mostram que o apoio financeiro às atividades de P&D das empresas pelos incentivos fiscais pode viabilizar um aumento na produtividade e nas despesas em inovação das empresas beneficiadas.

No caso do Brasil, estudos empíricos sobre avaliação das políticas de inovação afirmam a efetividade dessas políticas no fomento à amplificação do esforço inovador das empresas beneficiárias em relação às empresas não beneficiárias (AVELLAR, 2009). Segundo Avellar *et al.* (2006), o Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI), voltado para empresas de maior porte e lucrativas, possui efetividade e afirmam que, quando a empresa participa deste programa, há um aumento de 190% nos gastos com atividades tecnológicas, o que mostra a eficácia do programa em ampliar os gastos com P&D das empresas beneficiárias. Outros programas como o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (ADTEN) e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) também possuem impactos positivos sobre os gastos em P&D das empresas beneficiárias (DE NEGRI *et al.*, 2009). Avellar (2009) aponta que quando as empresas brasileiras participam de um dos programas (PDTI, ADTEN e FNDCT) elas se tornam mais inovadoras, isto é, os programas atendem seus objetivos e os gastos públicos promovem um aumento nos gastos privados em atividades inovativas, o que rejeita a hipótese de que haja um efeito *crowding out*⁵

Em que pese a importância desses trabalhos, é preciso analisar as políticas públicas de inovação com outras metodologias. Dentro do contexto do presente trabalho há vários outros na literatura que versam sobre o tema de financiamento público e incentivos fiscais em P&D e que fazem uso da modelagem EGC. Os modelos de equilíbrio geral computável têm obtido reconhecimento nas pesquisas sobre investimento em P&D devido a sua relação entre produção, teorias de consumo abordadas em simulações e avaliações de políticas públicas (BOR *et al.*, 2010). Por exemplo, o trabalho de Diao *et al.* (1996) foi pioneiro em aplicar a metodologia de equilíbrio geral computável em pesquisas envolvendo P&D (Hong *et al.*, 2014). Os referidos autores propuseram uma maneira de incorporar o componente P&D no modelo de EGC baseando-se na teoria de crescimento endógeno de Romer (1990), a fim de verificar o impacto de incentivos tributários sobre P&D no crescimento das economias do Leste Asiático. Assim, foi construído um modelo que diferencia o capital em capital físico e capital de conhecimento e o incorpora como um insumo, que é produzido por intermédio da atividade do setor de P&D, além de utilizar o coeficiente de produtividade como uma constante (Diao *et al.*, 1996). Destarte, uma nova pesquisa realizada por Diao *et al.* (1999) introduziu a mudança de produtividade pelo efeito de *spillover*, embora seja limitado aos setores que utilizam P&D. A construção do modelo está de acordo com o que é proposto por Coe e Helpman (1995), isto é, a tecnologia incorporada em bens importados promove o *spillover*, fazendo com que a produtividade aumente (GHOSH, 2007).

Centrando-se nos impactos sobre o crescimento econômico, várias aplicações empíricas da teoria de crescimento baseadas na importância das atividades de P&D foram realizadas na estrutura dos modelos de EGC dinâmicos recursivos (Kristková *et al.*, 2012; Garau; Lecca, 2008; Garau; Lecca, 2007). Esses

⁵ Geralmente, a literatura da área investiga qual o efeito de determinada política no esforço tecnológico dos beneficiários. Em outras palavras, procura se a existência da política incentivativa ou desloca os investimentos privados em P&D. Efeitos que são chamados *crowding in* e de *crowding out*, respectivamente.

trabalhos incluíram um fator de produção intangível produzido a partir das atividades de P&D. Assim, conseguem captar os efeitos diretos e indiretos – na forma de *spillovers* de conhecimento – das políticas de investimento direto em inovação sobre os níveis de crescimento econômico. Partindo da aplicação dos mecanismos de incentivo às atividades de P&D como subsídios diretos e incentivos comerciais, Ghosh (2007) adotou a mesma estratégia metodológica de Diao *et al.* (1996) para incluir o setor de P&D no modelo de EGC com a finalidade de analisar não só os níveis de crescimento econômico, como também a produtividade dos setores. Nesse sentido, a produtividade total dos fatores é atingida diretamente pelo volume de investimento em P&D, uma vez que ao investir mais em P&D possibilita a ampliação da produção com a mesma quantidade de outros insumos, como capital e mão de obra (VISSER, 2007; BOR *et al.*, 2010). Para verificar essa relação, Visser (2007) aplicou um modelo EGC dinâmico para a economia mundial que trata o componente P&D como um fator de produção, na forma de estoque de P&D. Esse modelo tem finalidade de gerar análises de política econômica, observando a aplicação de créditos tributários para a realização de atividades de P&D. Já Bor *et al.* (2010), em seu modelo SciBud-CGE para Taiwan, dividiu o capital em capital físico e capital de conhecimento utilizando métodos econométricos para a proporção deste último incorporada no primeiro. Além dos níveis de produtividade, os autores investigaram os impactos do investimento público direto em P&D sobre o crescimento da economia taiwanesa.

O investimento público direto em atividades de inovação pode-se apresentar na forma de subsídios ou de subvenções econômicas aos setores produtivos. Subsidiar os investimentos domésticos pode gerar menos P&D, formação de capital, crescimento econômico e bem-estar do que outras alternativas, refletindo que o mercado interno de capital de conhecimento é limitado (Bye; Faehn; Heggedal, 2009). Para testar essa hipótese, os autores construíram um modelo de EGC para a economia norueguesa que captura a interação entre os mercados, as diferenças industriais nas taxas de inovação e as imperfeições do mercado e as de cunho político que potencialmente interagem com as políticas de inovação. Assim, o componente P&D foi modelado como um fator de produção e com essa configuração, analisou-se os padrões de bem-estar e desenvolvimento. Seguindo essa linha de análise, Bye, Faehn e Grünfeld (2011) ampliaram os resultados para os níveis de crescimento econômico de longo prazo, considerando P&D como capital de conhecimento na função de produção.

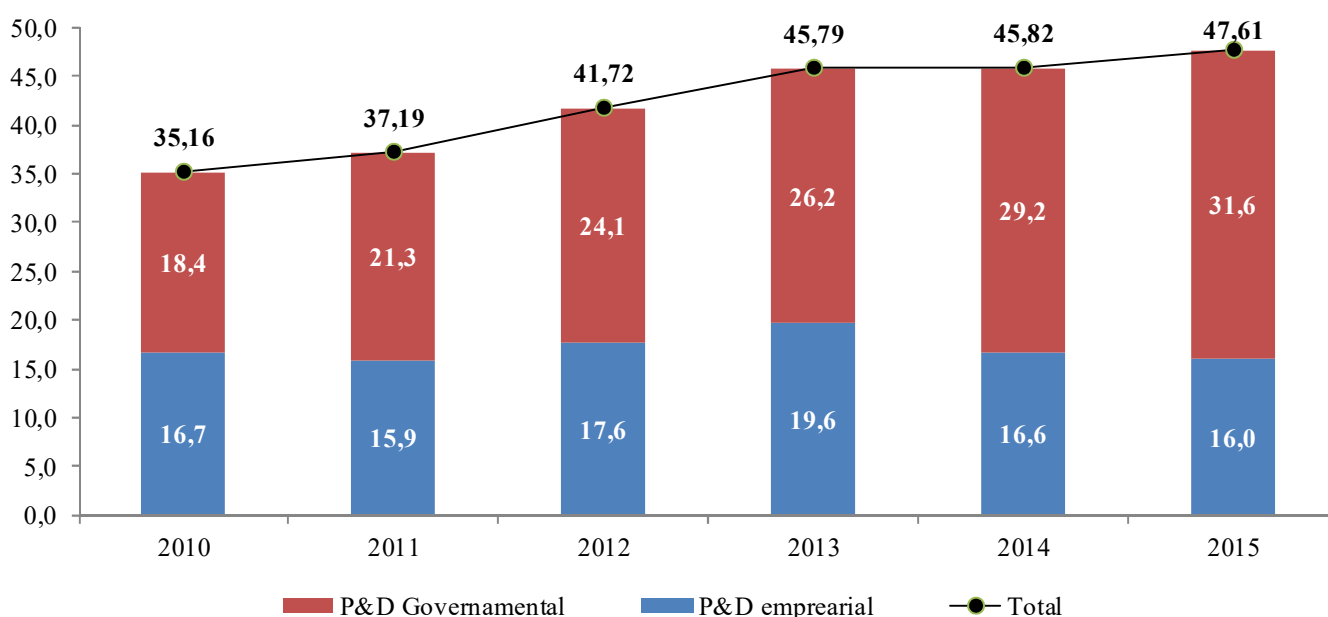
Baseando-se em suposições de que o P&D como insumo pode induzir o desenvolvimento de recursos humanos e o aumento da produtividade do trabalho, ao examinar a relação entre inovação e emprego, Giesecke e Madden (2006) implementaram um modelo CGE para a Austrália com previsões que abrangeram o período entre os anos 2000 e 2005 e Jung *et al.* (2016) aplicaram a metodologia para a Coreia do Sul. Os resultados dos primeiros autores apontaram que o fator P&D poderia melhorar a produtividade do trabalho e o desenvolvimento industrial, enquanto que o efeito *spillover* das tecnologias foi derivado do impacto das variáveis de fator tecnológico. Na aplicação coreana, os resultados mostram que a inovação tecnológica aumenta ainda mais a demanda por mão-de-obra altamente qualificada, mais do que outros tipos de mão de obra, devido à mudança tecnológica. Avaliando a eficácia do financiamento público à inovação, para efeitos de análises de resultados e conclusões sobre o objeto de estudo, há na literatura empírica trabalhos que avaliam os impactos desse mecanismo empregando outras metodologias (Avellar; Alves, 2008; Avellar, 2009; Coelho; De Negri, 2011; Kannebley; Porto, 2012). Entretanto, esses resultados empíricos são obtidos por períodos de curto prazo, baseados em um contexto de equilíbrio parcial. Logo, um modelo de equilíbrio geral de P&D pode ser útil para compreender os efeitos de bem-estar de longo prazo sob cenários alternativos de políticas. Isso reitera a sugestão de que um modelo de equilíbrio geral incorporando P&D seria útil para analisar os efeitos de longo prazo sobre o bem-estar em cenários de implementação de políticas (GHOSH, 2007).

3 Os valores dos investimentos de P&D e da política de financiamento público

Segundo a nota metodológica do IBGE (2015), o produto de P&D compõe o conjunto de Produtos de Propriedade Intelectual (PPI). Os valores de P&D no vetor de formação bruta de capital fixo (FBCF) englobam o P&D Governamental e Empresarial. Os valores do P&D Governamental representam a

produção das atividades setoriais como Administração pública, defesa e seguridade social, Educação pública e Saúde pública. Conforme o Gráfico 1, a participação do P&D Governamental é crescente e relativamente maior quando analisada no período de 2010 a 2015. Observa-se que em 2015 a parcela pública atingiu 66% do total de P&D, um incremento de 14 p.p. em relação ao ano de 2011. Os valores do P&D governamental representam estimativas da produção não-mercantil de P&D, mais diretamente envolvido na geração de conhecimento. Todo o valor da produção de P&D das atividades do setor governo tem como destino a FBCF (IBGE, 2015). Por outro lado, O P&D empresarial representam as demais atividades privadas, cujos valores englobam a produção mercantil e não-mercantil de P&D. A parcela mercantil denota o consumo dos setores econômicos por P&D (dispêndios correntes), ao passo que o não-mercantil também se classifica na FBCF. Nas SCN do IBGE, a média anual da parcela mercantil registra apenas 6% da produção total de P&D.

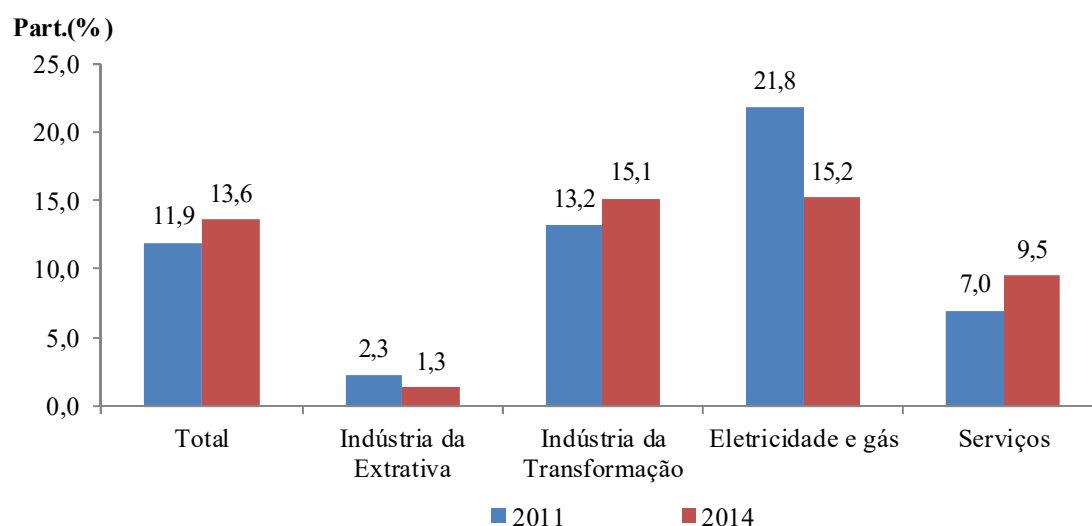
Gráfico 1 – Investimentos em P&D a preços correntes (R\$ bilhões)



Fonte: SCN do IBGE.

Ao analisar o financiamento público com dispêndio em P&D nas duas últimas edições da PINTEC (2011 e 2014), observa-se que houve um leve crescimento para as indústrias de transformação e de serviços. Cabe mencionar que no segmento das indústrias de transformação, no triênio 2012-2014, 83% dos recursos foram originados das próprias empresas para as atividades de P&D interno. Além disso, do total financiado por outras fontes de financiamento, o financiamento público respondeu por 15% e os recursos oriundos do exterior foi de 1%. De todas as atividades da indústria de transformação, apenas três atividades financiaram completamente suas atividades de P&D interno, quais sejam: fabricação de produtos do fumo, fabricação de produtos de madeira e manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos (PINTEC, 2016). Já os setores de fabricação de produtos químicos orgânicos e fabricação de componentes eletrônicos tiveram maior percentual de fonte de financiamento de terceiros (PINTEC, 2016). Contudo, a fim de calcular os valores da política de financiamento público com investimento em P&D, que representarão como choques de redução dos investimentos setoriais para o exercício de simulação, foi necessário proceder em duas etapas básicas. Primeiramente, foram utilizadas as informações das parcelas de financiamento público disponíveis na Pintec 2011 e 2014. Essas parcelas foram aplicadas correspondentemente aos 67 setores produtivos do SCN do IBGE. Em seguida, com o auxílio das MAIs de Miguez (2016) identificou-se o quanto representa os dispêndios de P&D no total de investimentos de que cada atividade econômica.

Gráfico 2 – Participação do financiamento público em dispêndio de P&D



Fonte: Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC, 2011 e 2014).

A Tabela 1 apresenta os valores e a participação do financiamento público do P&D em relação ao total de investimento P&D dos grupos das atividades econômicas. O Apêndice A fornece essas participações por um nível maior de detalhamento dos setores econômicos. Segundo os resultados na Tabela 1, a Indústria de Transformação foi o setor que mais se destaca quanto à demanda de financiamento público para P&D, certamente em razão de seu elevado peso e esforço tecnológico. Ou melhor, o desenvolvimento, a elaboração e a exportação de produtos como os eletrônicos, automobilísticos, farmacêuticos, aparelhos de comunicação e computadores são muito dependentes da inovação. No caso brasileiro, há uma concentração em setores pouco dinâmicos em tecnologia e uma grande internacionalização da estrutura produtiva brasileira (De Negri, 2012). Observa-se que, para o período analisado, os investimentos em P&D financiados pela administração pública reduziram a partir do ano de 2013, quando considerado os valores de investimentos de P&D do SCN do IBGE, desagregados pela estrutura da MAIs.

Tabela 1 – O financiamento público no investimento total de P&D por setor

Atividade setorial	R\$ milhões					Part. % do total de investimento em P&D					
	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015	Var. p.p.
Indústria da Extrativa	34	29	31	21	20	2,3	1,8	1,8	1,3	1,3	-0,5
Indústria da Transformação	1807	1985	2106	1927	1807	13,3	13,5	13,5	13,6	13,6	0,1
Eletricidade e gás	8	7	8	6	6	20,0	17,0	17,0	14,0	14,0	-3,0
Serviços	124	201	213	256	240	0,6	0,8	0,7	0,9	0,7	-0,1
Total	1973	2223	2358	2210	2072	5,3	5,3	5,1	4,8	4,4	-1,0

Fonte: PINTEC e SCN do IBGE (2017); Miguez, T. (2016).

Destarte, por uma simples ponderação alcançou uma estimativa do valor de investimento P&D referente ao financiamento público, que compõe o vetor de investimento de cada setor. Por exemplo, na Pintec de 2011, na atividade de Extração de petróleo e gás, a parcela do financiamento público foi de 2,3% em relação ao total de dispêndio de P&D. Nesse setor, estimou-se que o valor de P&D em relação ao total de investimento atingiu 4,8%. Portanto, $2,3\% \times 4,8\%$ é igual a 0,11%, cujo percentual representa o financiamento público. No ambiente de política, o investimento desta atividade reduziria, então, em 0,11%. Duas hipóteses adicionais são atribuídas. Tendo em vista que a Pintec 2014 apenas apresenta valores

declarados no último ano do triênio, então considerou-se que a parcela do financiamento público de 2012 e de 2013 representam uma média das observadas na Pintec 2011 e 2014. Já para o ano de 2015, atribuiu-se a mesma parcela observa da PINTEC 2014.

A Tabela 2 reporta as variações anuais do investimento em P&D realizado a partir do financiamento público por grupo de intensidade tecnológica, conforme classificação da OECD (2011). Setores de alta e média-alta intensidade tecnológica seriam aqueles mais demandantes do financiamento público entre 2011 e 2015, com uma média anual 1,6%. Sem esse fomento, os investimentos desses grupos de setores contrairiam nessa magnitude, considerando que P&D representa um insumo na formação de uma unidade a mais de capital. Por suposição, inexistente substituto de P&D. Consequentemente, a retração dos investimentos setoriais implicaria também na queda de demanda de outros insumos da formação de capital, cujos efeitos se propagam nas interações setoriais. Quanto maior for o número de relações comerciais desses setores com os demais do sistema produtivo brasileiro, maior tendem a ser as repercussões negativas. Em linhas gerais, espera-se que as atividades de alta e média-alta intensidade tecnológica bem como os seus fornecedores produtivos sejam os mais prejudicados com o corte de financiamento público. Portanto, essas parcelas, porém detalhadas por setor econômico (Apêndice A), entrarão como choque de política no exercício de simulação

Tabela 2 – Participação (%) dos investimentos de P&D resultante do financiamento público

Intensidade tecnológica	2011	2012	2013	2014	2015	Média anual
Alta	2,68	1,76	1,53	0,97	0,99	1,58
Média-Alta	1,63	1,73	1,68	1,65	1,84	1,71
Média-Baixa	0,73	0,48	0,48	0,30	0,33	0,46
Baixa	1,40	1,07	1,03	0,79	0,80	1,02
Serviços	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Conhecimento Intensivo em serviços de negócios (KIBS)	0,59	0,70	0,66	0,68	0,70	0,67
Total	0,25	0,21	0,20	0,16	0,17	0,20

Fonte: PINTEC e SCN do IBGE (2017); Miguez, T. (2016).

4 Modelo e simulações

Para analisar os efeitos do financiamento público em investimento de P&D este artigo utiliza um modelo de equilíbrio geral computável com dinâmica recursiva, denominado de BIM-RD (*Brazilian Intersectoral Model with Recursive Dynamic*). O modelo acompanha, pois, a tradição australiana MONASH e ORANI (Dixon *et al.*, 1982), do tipo Johansen (1960), em que a estrutura matemática representa-se por um conjunto de equações linearizadas e as soluções são alcançadas na forma de taxa de crescimento. Como padrão em modelos EGC nacionais, a sua estrutura central é formada por blocos de equações que determinam relações de oferta e demanda, derivadas das hipóteses do sistema walrasiano de equilíbrio geral (Horridge, 2000; Dixon e Rimmer, 2002). Além disso, vários agregados nacionais são definidos nesse bloco, como nível de emprego agregado, saldo comercial e índices de preços.

Originalmente, em suas dimensões, o modelo BIM-RD reconhece 67 setores produtivos, 137 produtos, 05 componentes da demanda final (consumo das famílias, consumo do governo, investimento, exportações e estoques), 03 elementos de fatores primários (terra, capital e trabalho), 03 setores de margens (comércio e os 02 tipos de transporte de carga), importações por produto para cada um dos 65 setores, 01 agregado de impostos sobre a produção e 01 desagregação por tipos de tributos, incidindo sobre fluxos de compras (IPI, ICMS e Outros). O núcleo da base de dados do modelo foi calibrado a partir da matriz de insumo-produto (MIP) de 2010, disponível no SCN do IBGE. O modelo inova ao considerar a estrutura das Matrizes de Absorção de Investimentos (MAI) estimadas por Miguez (2016), cujo procedimento de

calibragem está descrito em Betarelli Junior (2013).⁶ As matrizes de absorção de investimentos de produtos nacionais e importados, avaliados a preços básicos, seguem a classificação dos produtos do SCN do IBGE. A utilização das MAI permite alcançar projeções mais consistentes com o comportamento de alocação de investimento de cada setor produtivo.

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) são determinados por coeficientes fixos (Leontief). Na composição de cada insumo intermediário, a razão entre as parcelas de compras domésticas e importadas é função apenas dos preços relativos das duas origens, sem também haver uma completa substituição de uma fonte por outra. Essa substituição imperfeita consiste na hipótese de Armington (1969), controlada por uma tecnologia CES (*Constant Elasticity of Substitution*). Já na composição do fator primário também existe uma substituição imperfeita via preço por uma função CES entre capital, trabalho e terra. Assim, em virtude dessas especificações características na função de produção de cada setor, tanto alterações no produto quanto nos preços relativos levam às mudanças nas demandas dos fatores e insumos de produção. Embora a especificação teórica seja idêntica para todos os setores, as elasticidades de substituições e as proporções de insumos e fatores primários podem variar entre os mesmos.

De forma similar aos produtores, os investidores produtivos minimizam os seus custos combinando os insumos para formar as unidades de capital, sujeitos a uma tecnologia dada. A partir de uma tecnologia Leontief, as demandas dos insumos são proporcionais à variação da quantidade de capital criada. Em cada composto, uma função CES é novamente utilizada na combinação entre os insumos domésticos e os importados. Não obstante, nenhum fator primário é usado diretamente como insumo na formação do capital. Tal uso é reconhecido via insumos no setor da construção civil ou outros setores relacionados à formação bruta de capital fixo. Por seu turno, as famílias determinam uma composição ótima das suas “cestas” de consumo a partir de um sistema linear de gastos (LES), sujeito a uma restrição orçamentária. Para cada bem na cesta de consumo das famílias existe uma tecnologia CES que controla a substituição imperfeita por preços relativos entre origem doméstica e importada. Na especificação do comércio externo é adotada a hipótese de economia pequena no comércio internacional, de maneira que mudanças no comércio externo brasileiro não influenciam os preços internacionais. As demandas dos produtos respondem a curvas de demanda negativamente associadas aos custos domésticos de produção e positivamente afetadas pela expansão exógena da renda internacional. O consumo do governo é tipicamente exógeno, 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 princípio de dinâmica recursiva considera uma estrutura inicial da economia para a realocação dos recursos ao longo do tempo, de maneira que a solução de cada ano depende do ano corrente e dos anos anteriores (Dixon; Rimmer, 2002; Domingues *et al.*, 2010; Hasegawa, 2003). Basicamente, os três mecanismos de dinâmica recursiva de Adams *et al.* (1994) e Dixon e Rimmer (2002) são: (i) uma relação estoque-fluxo entre investimentos e capital, que assume um ajustamento defasado de um ano (*backward looking*); (ii) uma relação positiva entre os investimentos e a taxa a taxa esperada de retorno; e (iii) um processo de ajustamento defasado no mercado de trabalho, entre o crescimento do salário real e a oferta de emprego nacional. Assim, com esses mecanismos é possível construir um cenário de referência (*baseline*) da economia brasileira para o futuro, e, um cenário de política, que somente é diferente em relação ao cenário básico por tratar choques de valores em alguns instrumentos de política. Essa diferença pode ser interpretada como os efeitos da mudança de política (Dixon; Rimmer, 2002).

4.1 Ambiente econômico

A definição do fechamento em modelos de equilíbrio geral é um elemento chave para o processo de solução, uma vez que nele se determina o ambiente econômico da simulação de interesse (DIXON e RIMMER, 2002). Em modelos EGC, o número de equações é tipicamente menor que o número de variáveis, cuja diferença retrata exatamente a quantidade de variáveis exógenas. A classificação de quais

⁶ Para maiores detalhes sobre o processo de calibragem e parâmetros utilizados, consultar Betarelli, Perobelli e Vale (2015).

variáveis serão endógenas ou exógenas é flexível e define o modo de operação do modelo numa simulação, sendo conhecido na literatura como “fechamento” do modelo. Como mencionado, para modelos EGC dinâmicos recursivos, que consideram soluções sequenciais ao longo de um intervalo temporal pré-estabelecido, dois tipos fechamentos são tratados nesta pesquisa: cenário de referência e de política. A simulação de cenários de referência serve como um caminho de controle de forma que os desvios são medidos para analisar os efeitos de um choque de política em períodos futuros. Assim, uma simulação de política permite analisar os efeitos de uma mudança na política econômica, sendo ela um desvio das variáveis econômicas em relação ao cenário de referência.

Os mecanismos temporais permitem simultaneamente ajustes tanto no estoque de capital, taxa de retorno, salário real e emprego agregado. Como visto, enquanto a taxa de crescimento do capital estiver acima do respectivo crescimento tendencial, com taxa esperada de retorno superior à taxa normal de retorno (exógena), as flutuações dos investimentos vão ocorrer. Aumentos dos investimentos provocam reduções nas taxas de retorno esperadas, via aumento no estoque de capital, reduzindo posteriormente tais investimentos até o seu estado estacionário (equilíbrio). No ajuste intertemporal do mercado de trabalho, o salário real se ajusta para equilibrar o referido mercado. Na sua dinâmica, por exemplo, quando o nível de emprego está acima do previsto, provocado por um choque no curto prazo, o salário real cresce o suficiente para acomodá-lo no nível previsto ao longo dos períodos subsequentes. No fechamento do cenário de referência pressupõe-se que os principais agregados macroeconômicos, PIB real, investimento, consumo das famílias, gastos do governo, volume de exportações e emprego agregado são exógenos, justamente para acomodar as variações observadas e previstas nestes indicadores macroeconômicos. Nesse sentido, variáveis de deslocamento sobre a taxa de retorno bruta, o salário nacional, bem como a variável do total de mudança tecnológica dos fatores primários são endógenas. A taxa normal de retorno e o emprego tendencial são tratadas como exógenas.

As variações reais por período para os principais indicadores macroeconômicos no cenário de referência estão divididas entre as observadas e previstas. Os dados observados compreendem estatísticas do sistema de contas nacionais do IBGE. As variações de ocupações representam o cenário do emprego agregado, pois engloba o número de trabalhadores tanto no mercado formal quanto no informal. As variações dos preços de importação são as constantes na Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior (Funcex) para os anos de 2011 a 2015. As previsões do cenário macroeconômico estão disponíveis no relatório do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2018) (Tabela 3).

As observações macroeconômicas mostram que no período 2011 a 2015 houve desaceleração da economia brasileira, com quedas acentuadas nos componentes de demanda interna no Brasil em 2015, como o consumo das famílias, investimentos e gasto do governo. Neste mesmo período, as exportações passaram a registrar crescimento expressivo, quando comparadas com as de 2014. Esse panorama recessivo deve-se manter entre 2016 a 2018 e a recuperação está prevista para após este período. Setores exportadores serão os primeiros a se recuperarem em razão do cenário que se projeta para as exportações brasileiras. Por outro lado, atividades econômicas altamente dependentes da dinâmica do mercado interno devem enfrentar recuperações mais lentas até 2025. Assim, ao retirar a parcela do fomento público em P&D é possível observar o quanto os indicadores macroeconômicos desviariam em relação ao seu cenário de referência.

Já no fechamento de política, essas variáveis reais que correspondem os componentes da demanda final são endogenizadas, uma vez que se pretende capturar os desvios em relação ao cenário de referência. Adota-se ainda a hipótese que os gastos do governo são acomodados dentro de uma política de restrição orçamentária. Como modelos EGC trabalham com preços relativos, é necessário atribuir qual variável de preço será o numerário do modelo. Nesta pesquisa a escolha foi à taxa de câmbio e, dessa maneira, ela é exógena em todas as simulações. Para aplicar o choque de redução dos investimentos dos setores produtivos que demandaram uma parcela de financiamento público em dispêndios de P&D, realiza-se uma troca entre esta variável endógena e a taxa normal de retorno (exógena). Dessa maneira, é possível aplicar a redução referente à parcela de financiamento público na variável de investimentos das atividades setoriais, deixando a variável de taxa normal de retorno se ajustar endogenamente. A utilização da variável de investimentos como exógena tem a vantagem de se reproduzir consistentemente a meta de redução percentual do fomento público.

Tabela 3 - Variações reais (%) dos principais indicadores macroeconômicos

Indicadores	Observado							Previsão	
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019-2025 (a.a.)
PIB	3,97	1,92	3,00	0,50	-3,55	-3,46	1,00	1,70	2,00
Consumo das famílias	4,82	3,50	3,47	2,25	-3,22	-4,30	-0,60	1,50	1,50
Gastos do governo	2,20	2,28	1,51	0,81	-1,44	-0,06	-0,56	0,70	0,70
Exportações	4,79	0,27	2,39	-1,13	6,82	1,92	5,18	4,60	4,60
Investimentos	6,83	0,78	5,83	-4,22	-13,95	-10,30	-3,70	1,70	1,70
Ocupações	1,47	1,41	1,56	2,86	-3,34	-2,10	2,00	2,00	2,00
População	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83	1,00	1,00	1,00	1,00
Preço de importação	14,28	0,95	-1,17	-1,97	-11,88	-8,94	4,06	3,00	3,00

Fonte: Contas Nacionais do IBGE; BNDES (2018).

O choque de redução dos investimentos setoriais procedeu-se a partir dos valores do Apêndice A, que detalha essas variações por atividade econômica e as mesmas são utilizadas como choque de redução dos investimentos setoriais correspondentes. Todas as simulações foram realizadas no *software* RunDynam⁷.

5 Resultados

A Tabela 4 fornece os desvios dos principais indicadores macroeconômicos em um cenário de ausência do financiamento público em P&D de 2011 a 2015. Sem esse tipo de fomento público, os investidores produtivos encontrariam maiores restrições para formar uma unidade adicional de capital. Consequentemente, os investimentos na economia brasileira retrairiam em relação ao cenário de referência. Conforme a Tabela 4, inversões produtivas no período da retirada de financiamento público em P&D apresentariam uma trajetória declinante, alcançando um desvio acumulado de -1,38% até 2015. A demanda dos insumos para a FBCF acompanharia essas quedas, repercutindo negativamente no nível de atividade econômica do país. Esse efeito negativo seria transmitido pelas interações dos mercados de bens e serviços e pelos requisitos de fatores de produção, causando uma pressão de queda generalizada dos preços, salários e renda na economia. Assim, sem o fomento público em P&D haveria um desvio negativo da economia brasileira ao cenário de referência. Entre 2011 e 2015, a redução da taxa de crescimento do PIB alcançaria 0,24% em 2015, se estabilizando a médio-prazo (2020). Os números sinalizam que o consumo das famílias⁸ reduziria 0,43% em relação ao cenário básico.

O deflator implícito do PIB, que representa uma referência geral dos custos e preços internos na economia, reduziria em aproximadamente 1,66% em 2015 e 0,81% até 2020, quando comparados com o cenário de referência. Notoriamente, o efeito negativo sobre o deflator reproduziria as quedas dos salários e rendas do capital. Essa observação, associada com a variação negativa da taxa de crescimento do PIB, sinaliza que a ausência do fomento público em P&D promoveria um efeito-preço superior ao efeito-renda. Ou melhor, mesmo numa abordagem de competitividade de custos (efeito de preço), a queda generalizada dos preços não seria capaz gerar estímulos de demanda nos diversos mercados a ponto de reverter à retração

⁷ O *RunDynam* é um aplicativo customizado do *Gempack* 11.0 (Harrison e Pearson, 2002) para simulações de dinâmica recursiva e modelos intertemporais. Maiores detalhes em <http://www.monash.edu.au/policy>.

⁸No modelo, não há uma conexão explícita entre remuneração dos fatores e o consumo das famílias (renda). Essa ligação é resolvida pelo fechamento do modelo, pois o consumo das famílias se move endogenamente para equilibrar as variações do PIB do lado da renda (remunerações de capital e trabalho) e do lado do dispêndio (ver Horridge (2000)). Dessa forma, modificações na composição dos trabalhadores afetam a renda agregada, que por sua vez afeta igualmente o consumo das famílias de forma proporcional a suas rendas iniciais.

gerada pela queda dos investimentos na economia. Nessa trajetória declinante observa-se que o desvio acumulado sobre o emprego nacional seria de -0,15% no ano de 2015.

Tabela 4 – Impactos sobre os indicadores macroeconômicos (desvio % acumulado)

Variáveis	2011	2012	2013	2014	2015	2011-2020
PIB	-0,06	-0,11	-0,18	-0,23	-0,24	-0,24
Investimento	-0,29	-0,57	-0,88	-1,17	-1,38	-1,04
Consumo das famílias	-0,10	-0,20	-0,33	-0,42	-0,43	-0,39
Exportações	0,28	0,57	0,93	1,20	1,11	0,54
Importações	-0,30	-0,62	-1,00	-1,29	-1,23	-0,69
Emprego agregado	-0,07	-0,12	-0,18	-0,19	-0,15	-0,01
Salário real	-0,05	-0,13	-0,24	-0,38	-0,47	-0,63
Estoque de capital	0,00	-0,02	-0,07	-0,15	-0,24	-0,46
Deflator do PIB	-0,42	-0,87	-1,43	-1,83	-1,66	-0,81
Salário nominal	-0,42	-0,89	-1,51	-2,00	-1,94	-1,28
Renda do capital	-0,51	-1,00	-1,59	-1,94	-1,56	-0,35
Termos de comércio	-0,26	-0,54	-0,89	-1,15	-1,05	-0,47

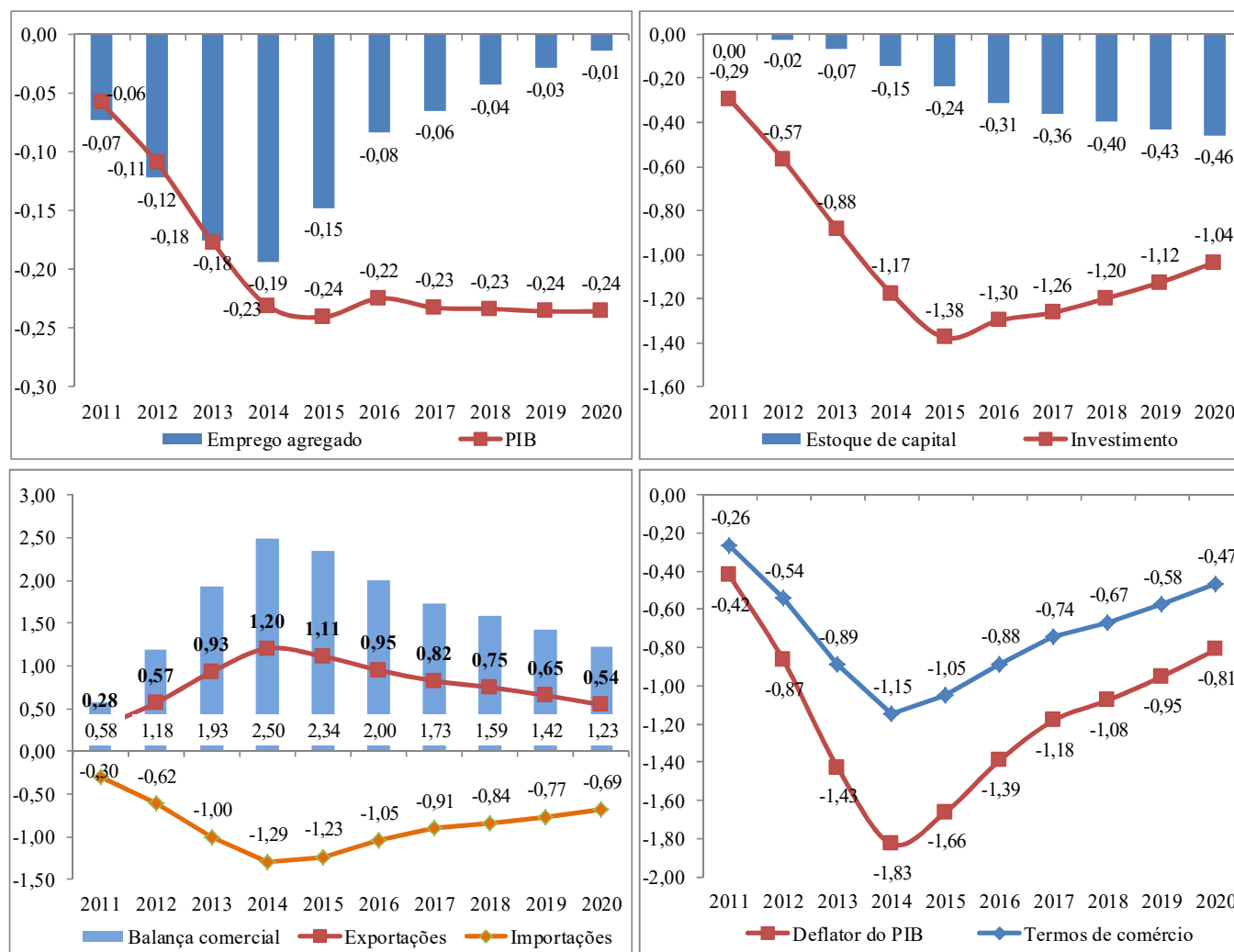
Fonte: Resultados da pesquisa.

Ademais, como o estoque de capital apresenta um movimento defasado de um ano em relação aos investimentos correntes, conforme a especificação teórica do modelo, a retração da atividade econômica ao provocar uma pressão de queda do preço da renda do capital contribuiria também negativamente para as taxas de retornos dos investimentos na economia e os custos de produção. Por conseguinte, os dispêndios dos investimentos se se reduziram ainda mais. A sequência deste processo é o contínuo arrefecimento das variações dos investimentos e do capital em direção ao cenário básico do Brasil. Essa observação denota que os investimentos não reduzem somente por causa do corte diretos do financiamento público, mas também em razão dos efeitos negativos que transmitidos sobre a taxa de retorno de investimento, alimentando ainda mais a queda. Essas razões explicariam a queda acumulada de 1,38% dos investimentos em 2015. Entretanto, cabe mencionar que após o período de cortes do fomento público, os efeitos da atividade econômica no país se arrefeceriam, gerando pequenos estímulos na renda do capital e na taxa de retorno dos investimentos, o que levaria uma inversão de trajetória. A sequência deste processo é o contínuo arrefecimento das variações negativas dos investimentos e do capital até 2020. Perante a especificação teórica entre capital-investimentos, a leve retomada da atividade econômica ocorreria principalmente mediante as contratações adicionais de trabalho em 2016. Essas trajetórias podem ser observadas nos gráficos da Figura 1.

Uma vez que a demanda externa apresenta uma relação negativa com o comportamento dos preços internos, as reduções generalizadas dos custos na economia estimulariam uma taxa de crescimento das exportações acima do cenário de referência. No acumulado, esses desvios positivos seriam de aproximadamente 1,11% em 2015, atingindo 1,34% a médio-prazo (2020). Esse resultado é reflexo do exercício de simulação realizado nesta pesquisa. Ou seja, apenas realizou-se corte dos investimentos produtivos referentes ao financiamento público em P&D entre 2011 e 2015. Neste exercício não foram consideradas as prováveis perdas da produtividade dos fatores primários decorrentes da ausência do fomento público em P&D. Na hipótese subjacente deste estudo, como já mencionada, o período da simulação é considerado relativamente pequeno para a existência de efeitos sobre a produtividade da PTF. Caso as perdas de produtividade fossem consideradas, haveria uma pressão de alta dos preços internos na

economia, afetando negativamente o total exportado no país. Ademais, dada as relações de complementariedade produtiva e a possibilidade de substituição entre bens domésticos e importados, os desvios negativos dos preços internos reduziriam as importações na economia, registrando -1,72 em 2020. Na margem, portanto, a balança comercial apresentaria um desvio positivo no longo prazo, porém os termos de comércio reduziriam. Esses resultados sugerem que a diferença dos efeitos das exportações e importações geraria uma poupança na economia, devido à necessidade de ajuste do superávit marginal na balança comercial, amenizando o efeito negativo sobre o PIB. Os termos de comércio, definidos pela diferença entre o preço médio dos produtos exportados e dos importados, exibiriam efeitos negativos, reproduzindo a queda dos preços e custos internos na economia brasileira.

Figura 1 – Trajetórias dos desvios dos indicadores macroeconômicos (acumulado %)



Fonte: Resultados da pesquisa.

Em suma, sem o financiamento público em investimentos de P&D haveria um desvio negativo da economia brasileira em relação ao cenário de referência, com retração do mercado interno de bens e serviços e do mercado de fatores primários. Setores intensivos em capital, mesmo ao médio prazo, seriam os mais penalizados sem esse fomento público em P&D, pois o estoque de capital apresentaria impactos mais adversos se comparados com os do fator trabalho. Por outro lado, certos setores intensivos em trabalho e exportadores, como os tradicionais e primários, seriam aqueles mais beneficiados pela redução generalizada dos custos internos da economia (i.e., abordagem de competitividade de custos). Esse cenário considera que os investimentos em P&D, mesmo com a produção de conhecimento, ainda não gerou resultados em termos de produtividade da PTF. Portanto, parece existir um movimento de reprimarização e especialização da economia, cuja assertiva será mais bem observada pelas projeções setoriais da economia.

Não obstante, vale mencionar que, embora essas projeções reflitam, em alguma medida, as participações e valores dos choques do corte do financiamento público, as simulações realizadas englobam transmissões e efeitos diferenciados nos diversos mercados em virtude das assimetrias na estrutura de custos e demanda de cada atividade agrícola, bem como nas especificações teóricas do modelo, parte delas relacionadas às mudanças nos preços relativos. Em suma, esse conjunto de processos está subjacente em cada simulação, o que tornaria os efeitos econômicos desproporcionais em relação aos valores do choque do corte dos investimentos oriundos do financiamento público em P&D. A Tabela 5 fornece os resultados projetados do corte do financiamento público de P&D sobre os grupos de atividades tecnológicas, definidos conforme a classificação de intensidade tecnológica de OCDE, incluindo a agropecuária e outros serviços, que não diretamente demandam P&D.

Tabela 5 – Efeitos do corte de financiamento público de P&D nos grupos de atividades setoriais (desvio % acumulado)

Classificação	Grupos de atividades	2011-2015				2011-2020			
		Produção	Investimentos	Capital	Emprego	Produção	Investimentos	Capital	Emprego
Intensidade tecnológica (OECD)	Alta	-0,89	-7,80	-1,44	-0,40	-0,58	-1,92	-2,46	0,88
	Média-Alta	-0,28	-8,08	-0,87	0,15	-0,36	-2,38	-1,51	0,49
	Média-Baixa	-0,01	-2,54	-0,21	0,49	-0,15	-1,61	-0,38	0,45
	Baixa	0,03	-5,13	-0,48	0,33	-0,08	-1,71	-0,94	0,47
	Serviços(P&D)	-0,08	-0,06	-0,01	-0,23	-0,13	-0,62	-0,12	-0,15
	KIBS	-0,60	-2,72	-0,28	-1,30	-0,31	-1,03	-0,54	-0,10
Não demandantes de P&D	Outros serviços	-0,25	-0,90	-0,20	-0,21	-0,25	-0,95	-0,39	-0,14
	Agropecuária	0,13	0,68	0,08	0,28	0,01	-0,85	0,00	0,08

Fonte: Resultados da pesquisa.

Setores de alta e média intensidade tecnológica, por serem os mais dependentes do financiamento público, seriam aqueles que mais sofreriam com o corte do referido fomento público. Até 2015 os investimentos desses dois grupos apresentariam um desvio negativo na ordem de 7,8% e de 8%, respectivamente. Os cortes do financiamento público em P&D, além do efeito direto sobre os investimentos desses grupos de atividades, provocariam a queda da rentabilidade do capital, afetando negativamente a taxa esperada de retorno. Por conseguinte, os investimentos retrairiam ainda mais, o que parece justificar a retração expressiva neste indicador setorial. Tendo em vista as interações comerciais no sistema produtivo brasileiro, a retração da demanda dos fornecedores produtivos na FBCF desses grupos de atividades provocaria efeitos sistêmicos na economia, em que as suas quedas de produção desencadeariam reduções de demandas nos demais mercados de bens e serviços, bem como os de fatores de produção. Em suma, os efeitos negativos seriam sistêmicos, afetando setores produtivos indiretamente e especialmente sobre aqueles que compõem as cadeias produtivas das atividades dependentes de P&D para investir. Esse para ser o caso do grupo de outros serviços, composto majoritariamente por serviços produtivos e, portanto, fornecedores da indústria. Após o período dos choques de política, 2011-2015, como mencionado anteriormente, as demandas dos mercados voltariam levemente a crescer em virtude das quedas dos preços e custos, bem como dos salários reais. A demanda de trabalho reagiria de maneira mais intensa e rápida a média-prazo em setores de menor intensidade tecnológica. Caracteristicamente são setores mais intensivos em trabalho do que capital na medida em que o grau de intensidade tecnológica reduz. Somente as

atividades da agropecuária e as industriais de baixa intensidade tecnológica exibiriam efeitos positivos na produção.

Portanto, um corte pleno do financiamento público para investimentos em P&D entre 2011 e 2015 levaria a uma queda do nível de atividade, dos investimentos, do estoque de capital em indústrias de alta ou média-alta intensidade tecnológica, quando avaliadas em relação ao cenário observado no mesmo período. Em outras palavras, os efeitos sobre a economia brasileira seriam mais perversos sem o financiamento público em P&D para 2015, cujo ano registrou variações negativas em quase todos os componentes da demanda final (*vide* Tabela 3). Se o Plano Brasil Maior 2011-2014 (PBM) buscou a desoneração das exportações para conter o aumento das importações e a queda de competitividade do setor industrial, cuja conjuntura sinalizava para uma desindustrialização da economia, a ausência do financiamento público parece que comprometeria, em alguma medida, esses objetivos do plano. Alimentaria o próprio processo de desindustrialização da economia, justamente por penalizar setores industriais de alta e média-alta intensidade tecnológica.

6 Considerações finais

Este trabalho pretendeu oferecer contribuições acerca do papel do financiamento público em investimentos de P&D, avaliando quais seriam os principais efeitos econômicos sem essa forma de fomento público na economia brasileira. Mais precisamente, tendo em vista que o cenário de referência da economia brasileira já havia sido observado, procurou-se retirar plenamente os montantes do financiamento em P&D e averiguar os desvios sobre os principais indicadores macroeconômicos e setoriais. A pesquisa procedeu-se a partir do desenvolvimento de um modelo de equilíbrio geral dinâmico, especialmente capacitado para tratar das formas distintas de alocação para investimentos dos setores econômicos. Inédita, a avaliação quantitativa deste estudo evidencia que o financiamento público em P&D parece gerar efeitos maiores que aparenta na economia brasileira, justamente por considerar os canais de transmissão nas interações comerciais de um sistema produtivo. Nessa variante, além dos efeitos diretos, existem os indiretos. Nos resultados projetados observou-se que com a queda da rentabilidade do capital, a taxa de retorno dos investimentos reduziria, aprofundando a queda dos investimentos e da formação de capital na economia. Setores industriais de alta e média-alta intensidade tecnológica, justamente os mais dependentes do fomento público em P&D, seriam aqueles que mais sofreriam com um eventual corte de financiamento.

A queda da produção dessas atividades seria repercutida nos demais mercados de bens e serviços e de fatores de produção. Os resultados também indicam recrudescimento da tendência de reprimarização e desindustrialização da economia, em que o setor da agropecuária e de baixa intensidade tecnológica expandiria, favorecidos pela queda generalizada dos custos e preços na economia. Portanto, essa pesquisa buscou contribuir para o debate em curso da política de fomento em P&D Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), justamente por quantificar o papel do financiamento público no Brasil. Além disso, vislumbram-se futuros avanços e extensões. O principal avanço seria em estimar um modelo econométrico entre investimentos de P&D, conhecimento e produtividade, cujos resultados seriam complementares e utilizados para um exercício de simulação de longo prazo na economia brasileira. Já como extensão é possível desenvolver uma especificação teórica de acumulação do capital humano a partir do estoque de conhecimento, endogeinizando, portanto, os efeitos de conhecimento oriundo do investimento de P&D.

Referências

- ADAMS, P. D., DIXON, P. B., McDonald, D., MEAGHER, G. A., PARMENTER, B. R. Forecasts for the Australian economy using the MONASH model. *International Journal of Forecasting*, v. 10, n. 4, p. 557-571, dez. 1994. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/a/eee/intfor/v10y1994i4p557-571.html>>.
- ALBUQUERQUE, E. M. Notas sobre a contribuição de Kenneth Arrow para a fundamentação teórica dos Sistemas Nacionais de Inovações. *Revista Brasileira de Economia*, abr./jun. 1996.
- ARMINGTON, P. S. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. *International Monetary Fund Staff*

- Papers*, v. 16, n. 1, p. 159–178, 1969.
- AVELLAR, A.P.; ALVES, P. *Avaliação de Impacto de Programas de Incentivos Fiscais à Inovação – um estudo sobre os efeitos do PDTI no Brasil*. In: Anais do XXXIV Encontro Nacional de Economia. ANPEC, Salvador, BA, 2006.
- AVELLAR, A. P. M.; ALVES, P. F. *Avaliação de Impacto de Programas de Incentivos Fiscais a Inovação – Um Estudo sobre os Efeitos do PDTI no Brasil*. *Revista EconomiaA*, 2008.
- AVELLAR, A. P. Impacto das políticas de fomento à inovação no Brasil sobre o gasto em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas. *Estudos Econômicos*. V.39, n.3, 2009.
- BECKER, G. *Human Capital*. 2nd Edition. Columbia University Press, New York; 1964.
- BARRO, R. & SALA-i-MARTIN, X. *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill. 1995.
- BETARELLI JUNIOR, A. A. *Um modelo de equilíbrio geral com retornos crescentes de escala, mercados imperfeitos e barreiras à entrada: aplicações para setores regulados de transporte no Brasil*. 2013. 366 f. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG), 2013. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/AMSA-96PM2J/economia_admirantoniobetarellijunior_tese.pdf?sequence=1>.
- BETARELLI JUNIOR, A. A.; PEROBELLI, F. S.; VALE, V. A. *UM MODELO NACIONAL DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL DINÂMICO-RECURSIVO (EGC-RD) PARA O BRASIL NO ANO DE 2011 (BIM-RD)*. Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES), Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015. (Texto para discussão 01-2015)
- BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). *O crescimento da economia brasileira 2018-2030*. Perspectivas DEPEC, 2018.
- BARRO, R. & SALA-i-MARTIN, X. *Economic Growth*. New York: McGraw-Hill. 1995.
- BOR, Y. J., CHUANG, Y., LAI, W. YANG, C. A dynamic general equilibrium model for public R&D investment in Taiwan. *Economic Modelling*. V.27, p. 171-183, 2010.
- BORRÁS, S. EDQUIST, C. The choice of innovation policy instruments. *Technological Forecasting & Social Change*, V.80, p. 1513-1522, 2013.
- BRACONIER, H., SJOHOLM, F. National and International spillovers from R&D: comparing a neoclassical and an endogenous growth approach. *Working paper series in Economics and Finance*, n. 211, 1997.
- BUSOM, I. An empirical Evaluation of the Effects of R&D subsidies. *Burch Center Working Paper Series*, n. B99-05. University of California, Berkeley, May, 1999.
- BYE, B.; FÆHN, T.; HEGGEDAL, T-R. Welfare and growth impacts of innovation policies in a small, open economy; an applied general equilibrium analysis. *Economic Modelling*, v. 26, n. 5, p. 1075-1088, 2009.
- BYE, B.; FÆHN, T.; GRÜNFELD, L.A. Growth and innovation policy in a small, open economy: should you stimulate domestic R&D or exports?. *The BE Journal of Economic Analysis & Policy*, v. 11, n. 1, 2011.
- CLARK, J; GUY, K. *Innovation and competitiveness: a review: Practitioners' forum*. *Technology Analysis & Strategic Management*, v. 10, n. 3, p. 363-395, 1998.
- COE, D. T., HELPMAN, E. International R&D spillovers. *European Economic Review*. V.39 (5), p.859-887, 1995.
- COELHO, D. S. C.; DE NEGRI, J. A.. *Impacto do financiamento do BNDES sobre a produtividade das empresas: Uma aplicação do efeito quantílico de tratamento*. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pósgraduação em Economia [Brazilian Association of Graduate Programs in Economics], 2011.
- CZARNITZKI, D.; HANEL, P.; ROSA, J. M. Evaluations the Impact of R&D Tax Credits on Innovation: a Microeconomic Study on Canadian Firms. *Research Policy*. V 40, p. 217-229, 2011.
- 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, F. Elementos para a análise da baixa inovatividade brasileira e o papel das políticas públicas. *Revista USP*, n.93, 2012.
- DE NEGRI, F., CAVALCANTE, L. R., JACINTO, P. A. Inovação, P&D e produtividade na indústria brasileira. *Radar no. 34*. IPEA: Brasília, 2014.
- DE NEGRI, F., DE NEGRI, J.A., LEMOS, M. B. Impactos do ADTEN e do FNDCT sobre o desempenho e os esforços tecnológicos das firmas industriais brasileiras. *Revista Brasileira de Inovação*. V.8, n.1, 2009.
- DIAO, X., ELBASHA, E. H., ROE, T. L., YELDAN, A. E. A dynamic CGE model: an application of R&D-based endogenous growth model theory. *EDC working paper* No. 96-1. Economic Development Center, University of Minnesota, 1996.
- DIAO, X., ROE, T. YELDAN, E. Strategic policies and growth: na applied model of R&D-driven endogenous growth. *Journal of Development Economics*. 60(2), p.343-380, 1999.

- DIXON, P. B. *et al.* *ORANI: A Multisectoral Model of the Australian Economy*. Amsterdam: North-Holland Pub. Co, 1982.
- DIXON, P. B.; RIMMER, M. *Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: a practical guide and documentation of MONASH*. Amsterdam: Elsevier, 2002.
- DOMINGUES, E. P. *et al.* *Repercussões setoriais e regionais da crise econômica de 2009 no Brasil: simulações em um modelo de equilíbrio geral computável de dinâmica recursiva*. , nº Texto para discussão n. 390. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, 2010.
- DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. *The economics of technical change and international trade*. London: Harvester Wheatsheaf, 1990.
- ESTEVES, L.A. R&D, fixed capital investment and firm growth in Brazil. *Análise*. Porto Alegre, v.22, n.2, p.165-178, 2011.
- FAGERBERG, J. Technology and international differences in growth rates. *Journal of Economic Literature*, v. 32, Sept. 1994.
- FINEP. *Subvenção Econômica*. 2017. Disponível em: <http://finep.gov.br/afinep/122-apoio-e-financiamento/tipos-de-apoio/subvencao-economica>. Acessado em 05/04/2017.
- FREEMAN, C. The National System of Innovation in historical perspective. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 3, n. 1, jan./jun. 2004.
- GALOR, O. *From Stagnation to Growth: unified growth theory*. In: Aghion, P. & Durlauf, S. N. (ed) *Handbook of Economic Growth*. Volume 1A, 2005.
- GARAU, G.; LECCA, P. Impact analysis of regional knowledge subsidy: a CGE approach. *Working Paper CRENoS 200811*, Centre for North South Economic Research, University of Cagliari and Sassari, Sardinia. 2008.
- GARAU, G., LECCA, P. The effect of R&D subsidy policy on regional growth and unemployment. *Proceedings the 16th International Input-Output Conference*, Istanbul, 2007. Disponível em: <https://www.iioa.org/conferences/16th/files/Papers/Garau.pdf>. Acesso em: 05 de julho 2018.
- GEORGHIOU, L.; ROESSNER, D. Evaluating technology programs: tools and methods. *Research Policy*, n.29, pp.657-678, 2000.
- GHOSH, M. R&D policies and endogenous growth: a dynamic general equilibrium analysis of the case for Canada. *Review of Development Economics*. V.11 (1), 187-203, 2007.
- GIESECKE, J. A., MADDEN, J. R. CGE evaluation of a university's effects on a regional economy an integrated assessment of expenditure and knowledge impacts. *Review of Urban and Regional Development Studies* V18 (3), p.229-251, 2006.
- HALL, B.H.; VAN REENEN, J. How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. *Research Policy*, 29, pp.449-469, 2000.
- HARRISON, W.J.; PEARSON, K. R. *An Introduction to GEMPACK*. *GEMPACK Document No. 1*. Sixth ed. Melbourne: Policy Studies and Impact Project, Monash University, 2002. Disponível em: <http://www.monash.edu.au/policy/gpdoc.htm>.
- HASEGAWA, M. M. *Políticas públicas na economia brasileira: uma aplicação do modelo MIBRA, um modelo inter-regional aplicado de equilíbrio geral*. 2003. 258 f. Tese (Doutorado em Economia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, 2003.
- HONG, C., YANG, H., HWANG, W., LEE, J-D. Validation of an R&D-based computable general equilibrium model. *Economic Modelling*, 42, p. 454-463, 2014.
- HORRIDGE, M. *ORANI-G: a General Equilibrium Model of the Australian Economy*. Working Paper Number OP-93. Melbourne: Centre of Policy Studies and Impact Project, Monash University, 2000. Disponível em: <http://www.monash.edu.au/policy/elecpr/93.htm>.
- HUJER, R.; RADIC, D. Evaluating the Impacts of Subsidies on Innovation Activities in Germany. *Scottish Journal of Political Economy*, Vol. 52, No. 4, September 2005.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Pesquisa e Desenvolvimento. In: IBGE (Org). *Sistema de Contas Nacionais – Brasil: Referência 2000*. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. p. 8.(Nota Metodológica nº 16). 2015.
- IPEA. Análise dos dados da PINTEC 2011. *Nota técnica*. Brasília, 2013. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/131206_notatecnicadiset15.pdf. Acesso em: 12 julho 2018.
- JOHANSEN, L. *A multisectoral model of economic growth*. Amsterdam: North-Holland Pub. Co, 1960.
- JONES, C. I. R&D-Based Models of Economic Growth, *The Journal of Political Economy*, 103, 4, p. 759-784, august, 1995.
- JÚNIOR, S.K., PRINCE, D. Restrição financeira e financiamento público à inovação no Brasil: uma análise com base em microdados da PINTEC. *Nova Economia*. V. 25 (3), 2015.
- JUNG, S., HWANG, W-S., Y. YEO., LEE, J-D. Study on the effects of innovation on employment structure and economic growth: a computable general equilibrium approach. *EcoMod2016 9524*, *EcoMod* Disponível em: <https://econpapers.repec.org/paper/ekd009007/9524.htm>. Acesso em: 14 de julho 2018.

- KANNEBLEY JUNIOR, S., PORTO, G. Incentivos Fiscais à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Brasil. *Technical Report* 2012.
- KANNEBLEY JUNIOR, S.; SHIMADA, E.; DE NEGRI, F.. Efetividade da Lei do Bem no estímulo aos dispêndios em P&D: uma análise com dados em painel. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v.46, nº3. Brasília. 2016.
- KŘÍSTKOVÁ, Zuzana et al. Impact of R&D investment on economic growth of the Czech Republic-a recursively dynamic CGE Approach. *Prague economic papers*, v. 21, n. 4, 2012.
- LUNA, F. MOREIRA, S., GONÇALVES, A. Financiamento à inovação. In: *Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica no Brasil*. Orgs: DENEGRI, J.A., KUBOTA, L. C. Brasília: Ipea, 2008.
- MAZZUCATO, M. *O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. Editora Portfolio-Penguin, São Paulo, 2014.
- MCTI. *Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional-Plano de Ação 2007-2010*. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília, novembro de, 2007.
- MIGUEZ, T. (2016) "Evolução da Formação Bruta de Capital Fixo na Economia Brasileira 2000-2013: Uma Análise Multissetorial com Base nas Matrizes de Absorção de Investimento (MAIs)", 155 f., *Tese* (Doutorado em Economia da Indústria e da Tecnologia), Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- MORAIS, J. M.. Uma avaliação de programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos Fundos Setoriais e na Lei de Inovação. *Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil*. Brasília: Ipea, p. 68-105, 2008.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OECD). Oslo Manual. *Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. 3rd ed. Paris: OECD, 2005.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OECD). *Classification of manufacturing industries into categories based on R&D intensities*. Disponível em:< <https://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf>>. Acesso em: 05 de julho 2018.
- PARK, W. G. International R&D spillovers and OECD Economic Growth. *Economic Inquiry*. V.33, p. 571-591, 1995.
- PINTEC. *Pesquisa de Inovação*: 2014. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.
- ROMER, P.M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, v.98, n.5, p.S71-S102, 1990.
- SOLOW, R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, v.39 , p. 312-320, 1957.
- VISSER, S. R&D in worldscan. *CPB Memorandum*, n.189, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, 2007. Disponível em:< <https://ideas.repec.org/p/cpb/memodm/189.html> >. Acesso em: 05 de julho 2018.

Apêndice A – Part. (%) dos investimentos de P&D resultante do financiamento público por setor

Setor econômico	Intensidade tecnológica	Financiamento público			Part(%) em relação aos investimentos				
		Participação (%) da PINTEC			2011	2012	2013	2014	2015
		2011	2012-2013	2014-2015					
Extração de petróleo e gás	Média-Baixa	2,3	1,8	1,3	0,11	0,07	0,07	0,05	0,05
Extração de minério de ferro	Média-Baixa	2,3	1,8	1,3	0,19	0,11	0,11	0,07	0,07
Extração de minerais metálicos não-ferrosos	Média-Baixa	2,3	1,8	1,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Abate e produtos da carne, do laticínio e da pesca	Baixa	24,7	21,6	18,4	2,49	1,73	1,61	1,10	1,13
Refino de açúcar	Baixa	24,7	21,6	18,4	2,52	1,67	1,55	1,05	1,13
Outros produtos alimentares	Baixa	24,7	21,6	18,4	2,48	1,69	1,56	1,06	1,07
Bebidas	Baixa	4,5	5,0	5,4	0,46	0,44	0,45	0,43	0,42
Produtos têxteis	Baixa	7,4	10,7	14,1	1,39	1,75	1,91	2,30	2,49
Vestuário e acessórios	Baixa	10,0	10,1	10,2	1,56	1,27	1,19	0,96	0,92
Calçados e de artefatos de couro	Baixa	7,4	5,0	2,6	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Produtos da madeira	Baixa	45,1	45,1	45,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Celulose e papel	Baixa	10,3	12,2	14,1	0,81	0,77	0,75	0,70	0,73
Impressão e reprodução de gravações	Baixa	16,6	16,6	16,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Refino de petróleo e coquearias	Média-Baixa	7,1	6,3	5,4	2,08	1,42	1,32	0,90	0,90
Biocombustíveis	Média-Baixa	58,4	40,5	22,6	6,73	3,92	3,78	1,71	1,69
Químicos	Média-Alta	8,8	13,5	18,3	1,67	2,11	2,15	2,43	2,64
Defensivos agrícolas	Média-Alta	8,8	13,5	18,3	1,99	2,49	2,52	2,82	3,11
Produtos de limpeza e perfumaria	Média-Alta	8,1	15,6	23,0	2,26	3,39	3,14	3,59	3,64
Farmoquímicos e farmacêuticos	Alta	16,9	17,2	17,4	4,84	3,92	3,67	2,95	2,97
Borracha e de material plástico	Média-Baixa	10,0	11,2	12,4	1,17	1,10	1,11	1,02	1,11
Minerais não-metálicos	Média-Baixa	18,1	17,3	16,5	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Ferro-gusa/ferroligas e siderurgia	Média-Baixa	11,5	8,0	4,5	0,20	0,11	0,11	0,05	0,06
Metalurgia de metais não-ferrosos	Média-Baixa	3,8	11,0	18,1	0,04	0,09	0,09	0,12	0,13
Produtos de metal	Média-Baixa	10,7	12,3	13,9	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05
Informática e eletrônicos	Alta	15,8	13,3	10,7	2,23	1,35	1,16	0,67	0,68
Máquinas e equipamentos elétricos	Média-Alta	27,3	20,1	12,9	4,23	2,33	2,24	1,08	1,18
Máquinas e equipamentos mecânicos	Média-Alta	7,7	9,0	10,3	1,11	1,06	1,11	1,07	1,27
Automóveis, caminhões e ônibus	Média-Alta	12,2	18,2	24,2	2,12	2,31	2,15	2,07	2,34
de peças e acessórios para veículos automotores	Média-Alta	8,6	11,8	15,0	0,21	0,23	0,23	0,23	0,24
outros equipamentos de transporte	Média-Alta	39,9	27,0	14,1	0,31	0,16	0,16	0,07	0,07
Móveis e indústrias diversas	Baixa	20,0	19,6	19,3	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
Manutenção e reparação	Média-Baixa	15,4	7,7	0,0	3,09	1,26	1,27	0,00	0,00
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	Serviços	21,8	18,5	15,2	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Edição e edição integrada à impressão	Serviços	0,7	0,7	0,7	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
Atividades de televisão, rádio e outros	Serviços	0,7	0,7	0,7	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
Telecomunicações	KIBS	1,8	2,6	3,3	0,18	0,21	0,19	0,19	0,19
Desenvolvimento de sistemas e serviços de informação	KIBS	3,5	11,3	19,1	0,40	1,03	0,99	1,32	1,43
Serviços de arquitetura, engenharia, e P & D	KIBS	10,1	10,1	10,1	3,05	2,52	2,74	2,37	2,82
Total		5,3	5,3	4,8	0,25	0,21	0,20	0,16	0,17

Fonte: PINTEC e SCN do IBGE (2017); Miguez, T. (2016).