

INCENTIVOS FISCAIS À INOVAÇÃO E GASTO EMPRESARIAL COM P&D: UMA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO BRASILEIRO COM O MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO

Adriano Edgar Sousa Duarte¹

RESUMO

Este trabalho objetiva verificar o impacto dos incentivos fiscais à inovação sobre o investimento empresarial em P&D no Brasil, com ênfase na expansão das renúncias federais verificadas a partir da reorganização jurídica e institucional promovida pela Lei nº 11.196/2005 (Lei do Bem). Para tanto, empregou-se o método de controle sintético em uma amostra de 45 países membros e não-membros da OCDE, abarcando o período entre 2000 e 2014. Os resultados sugerem que no contexto das políticas voltadas à inovação vigentes pós-2005, o gasto empresarial em P&D verificado foi 22% inferior em relação ao contrafactual estimado na ausência dos incentivos fiscais.

Palavras-chave: inovação, P&D, incentivos fiscais no Brasil, controle sintético.

ABSTRACT

This work aims to verify the impact of tax incentives for innovation on business investment in R&D in Brazil, with emphasis on the expansion of federal waivers verified after the legal and institutional reorganization promoted by Law nº 11.196/2005 (Lei do Bem). To this end, the synthetic control method was used in a sample of 45 member and non-OECD countries, covering the period between 2000 and 2014. The results suggest that in the context of policies aimed to promote innovation in force after 2005, the verified business investment in R&D was 22% lower than the estimated counterfactual in the absence of tax incentives.

Keywords: innovation, R&D, tax incentives in Brazil, synthetic control

JEL codes: O38, H25, L25

Área temática: 1. Economia

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

¹ Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). E-mail: adriano.duarte@ppge.ie.ufrj.br

1 INTRODUÇÃO

Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) são fatores consolidados na literatura econômica como indutores da inovação e do crescimento econômico sustentado. A expansão dos investimentos em P&D pelas firmas tem o potencial de contribuir para geração de retornos na forma

de inovações de produtos e processos, traduzindo-se em expansão da capacidade organizacional e *know-how*, aumento de produtividade, volume de registro de patentes, vantagens competitivas e margem de lucro. Diante do potencial de encadeamento dos setores e da capacidade de difusão dessas inovações, os *spillovers* gerados podem contribuir, em um processo interativo, para o avanço da atividade econômica de forma sustentada, com ganhos de bem-estar social.

Todavia, os *spillovers* que coadjuvam para a geração de externalidades positivas também favorecem as dificuldades enfrentadas pelas firmas para correta apropriação do retorno dos seus investimentos em inovação. Em adendo, somam-se as dificuldades de capitalização em razão do elevado risco dos projetos, assimetrias de informação e *free riders*, que podem inibir o investimento empresarial em P&D diante do potencial socialmente ótimo.

Seja para incentivar o investimento empresarial em P&D em setores de alto impacto social considerados estratégicos para os sistemas de inovação ou para contornar as dificuldades de mercado, os governos em todo o mundo adotam um conjunto de instrumentos de política pública. Em seu portfólio o governo pode, para exemplificar, estimular e realizar investimentos em infraestrutura básica de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), com a formação de mão-de-obra e construção de laboratórios e estruturas de apoio à inovação. Pode ainda realizar políticas de apoio direto, com medidas como subvenção direta às empresas, créditos com juros reduzidos e condições favoráveis e recursos não reembolsáveis para parcerias com instituições de pesquisa públicas ou sem fins lucrativos. Por fim, pode atuar por intermédio do apoio indireto via incentivos fiscais, para a redução do custo de realização de P&D (MENEZES FILHO ET AL., 2014).

Os incentivos fiscais tem ganhado destaque nos últimos anos. Entre as economias da Organização para o Crescimento e Desenvolvimento Econômico (OCDE), os incentivos fiscais respondiam por aproximadamente 55% dos incentivos governamentais em 2015, diante de 36% em 2006 e 30% em 2000. Ainda, em 2015, 28 das então 34 economias da OCDE implementavam incentivos fiscais, além de outros países como a China, Rússia e África do Sul. Alguns motivos podem elucidar essa mudança na tendência de composição do *mix* de políticas à inovação. Primeiramente, as regras internacionais de comércio e concorrência que regem os auxílios estatais restringiram o apoio a empresas ou indústrias específicas, enquanto os incentivos fiscais genéricos têm maior probabilidade de passar nos testes dos organismos multilaterais. Em segundo lugar, uma visão mais liberal tende a apontar que as empresas são os agentes mais aptos para decidir em quais projetos investir, reduzindo assim as burocracias, discricionariedades e custos envolvidos no processo de identificação de quais projetos de negócios apresentam maior potencial e necessidade de apoio. (DAVID, HALL e TOOLE, 2000, APPELT ET AL., 2016; GALINDO-RUEDA e APPELT, 2021).

A literatura, entretanto, aponta algumas restrições do instrumento. Os incentivos fiscais têm escopo limitado para identificar e apoiar projetos com os maiores retornos sociais que não seriam realizados na ausência do suporte. Não há garantia que os projetos de maior retorno privado sejam aqueles com maior retorno social, considerados importantes para um desenvolvimento socioeconômico. Ainda, a depender do modelo de implementação, custos de *compliance* podem afastar firmas menores, reduzindo a demanda pelo incentivo e sua efetividade. Trabalhos como Mazzucato (2013, 2018) e Appelt et al. (2020) apontam que a complementariedade das políticas diretas e indiretas, e a qualidade do desenho destas, é fundamental, haja vista a heterogeneidade na resposta das firmas e objetivos finais das políticas públicas.

No Brasil, o cenário não foi diferente da tendência global. O período a partir de 2003 dá início a um retorno às políticas industriais e de inovação, com a implementação da Política Industrial,

2

Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE). Em diante, verificou-se um esforço contínuo na implementação de ferramentas de apoio governamental à inovação, principalmente com a expansão dos incentivos fiscais para fomento do gasto empresarial em P&D. A Lei da Inovação (Lei nº10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) modernizaram o ambiente de pesquisas e inovação, com destaque para a última, ao reformar os instrumentos institucionais e tributários no tocante às políticas indiretas. No intervalo entre 2006 e 2014, um conjunto de incentivos de caráter vertical foram implementados, expandindo o volume de renúncias fiscais de R\$ 3,2 bilhões para R\$

11,8 bilhões no período, tornando esse instrumento o principal mecanismo de suporte governamental à inovação no Brasil.

Este trabalho se propõe verificar se a expansão do conjunto de incentivos fiscais destinados ao fomento à inovação que ocorreu no Brasil com o retorno das políticas industriais e de inovação, em específico após a aprovação da Lei do Bem, foi eficiente para induzir o aumento do gasto empresarial em P&D. A estratégia empírica adotada emprega o método de controle sintético, uma das metodologias de referência para inferência causal em estudos de casos comparativos. Partindo de um conjunto de países que não implementaram políticas de incentivos fiscais no período, será construído um grupo de controle sintético que permitirá estimar um contrafactual para a economia brasileira. Desta forma, poderá se verificar o que teria ocorrido com os investimentos empresariais em P&D na ausência da expansão dos incentivos.

Esta abordagem mensura o gasto em P&D através da evolução dos esforços empreendidos (*inputs*) e tem como objetivo verificar se os incentivos fiscais estão estimulando novos investimentos a atividade de P&D, no denominado efeito *crowding in* (ou efeito de adicionalidade), ou somente substituindo os investimentos que outrora seriam realizados com recursos próprios, também chamado de efeito *crowding-out* (ou efeito substituição) (DAVID, HALL e TOOLE, 2000).

Ao realizar este experimento, este artigo se junta a um grupo ainda escasso de trabalhos quantitativos voltados à mensuração da qualidade das políticas públicas voltadas à inovação no âmbito da economia brasileira. Pode-se, ao fazer uma divisão arbitrária, categorizar os estudos empíricos existentes em dois grupos: os que procuraram verificar o impacto das leis em específico e os que procuram avaliar o impacto do portfólio governamental ou *mix* de políticas como um todo.

No primeiro grupo, cabe mencionar uma literatura selecionada que faz uso de métodos de quase-experimentação como Diferenças em Diferenças e *Propensity Score Matching* (PSM), visando identificar os impactos da Lei do Bem sobre o dispêndio em P&D e no emprego de mão-de-obra técnico-científica (Kannebley Jr, Shimada e De Negri, 2016; Colombo e Cruz, 2018), no investimento em P&D e na produtividade (Zuculoto et al., 2017) e o impacto da lei discriminado por intensidade tecnológica (Brigante, 2020). Kannebley Jr. e Porto (2012) avaliam a efetividade da Lei do Bem e da Lei da Informática sobre uma *proxy* do investimento em P&D (pessoal qualificado). Esses trabalhos convergem para o entendimento de que a Lei do Bem obteve sucesso em fomentar o crescimento do investimento empresarial em P&D entre firmas já investidoras (margem intensiva) e incrementar o número de firmas investidoras (margem extensiva).

No segundo grupo, com o qual este trabalho conversa de perto, estão as publicações que também utilizam de técnicas de inferência causal para verificar o impacto do conjunto de ações governamentais. Rocha (2015) sugere que o conjunto de incentivos fiscais, subvenções, fundos de financiamento e linhas de crédito não gerou efeitos positivos sobre a intensidade de P&D no Brasil. Semelhantemente, Rocha e Rauen (2018) adotam o método de controle sintético e estimam que a expansão dos incentivos fiscais entre 2010 e 2015 não foi eficaz para impulsionar o investimento empresarial em P&D, promovendo em uma ligeira redução do dispêndio das empresas em relação ao que teria ocorrido sem a ocorrência das desonerações adicionais.

Esta seção introdutória procurou apresentar a motivação e uma seleção da literatura basilar da pesquisa. É seguida de mais quatro seções: na seção seguinte, buscou-se contextualizar a evolução dos incentivos fiscais no cenário brasileiro. A seção 3 apresenta os aspectos metodológicos e

3

estruturais do modelo de controle sintético e a seção 4, a composição do modelo estimado e seus resultados. Por fim, a seção 5 resume as considerações finais.

2 POLÍTICAS INDUSTRIAIS E INCENTIVOS FISCAIS À INOVAÇÃO: UM RESGATE DO CONTEXTO BRASILEIRO

No Brasil, a adoção de políticas de apoio indireto à inovação está inserido no contexto das reformas econômicas dos anos 1990 e da implementação da Política Industrial e de Comércio Exterior (PICE), que pretendia restabelecer as políticas industriais considerando o novo ambiente com a

economia internacional (liberalização comercial, privatização de empresas estatais, mudança cambial, abertura de setores econômicos ao capital estrangeiro). Nesse período é estabelecido o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), a Lei da Informática (Lei nº 8.248/1991) e a Lei nº 8.661/1993, que estabelecia os incentivos nacionais para a capacitação tecnológica da indústria e da agropecuária com o Plano Tecnológico da Indústria (PDTI) e da Agropecuária (PDTA) (KANNEBLEY JR. e PORTO, 2012).

O quadro internacional conturbado na segunda metade da década de 1990 (crise do México em 1994, crise asiática em 1997 e a moratória russa em 1998), somado aos esforços internos da economia brasileira para consolidação do recém implementado Plano Real, influenciou na orientação das políticas industriais. Priorizou-se a absorção, adaptação e difusão de tecnologia importada, instituindo o consenso de que as políticas industriais, quando existentes, deveriam ser horizontais, atendendo às demandas de todos os setores, sem eleger prioridades específicas (ARAUJO, 2012).

O resgate do período de políticas industriais e de inovação remete ao lançamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) em 2003. Com esta, vários programas de incentivo ao P&D e à inovação foram introduzidos, inserindo instrumentos como incentivos fiscais, financiamentos e subvenções, com destaque para a Lei da Inovação (Lei nº 10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005). Enquanto a primeira definiu as bases legais para as parcerias de cooperação entre agentes e universidades, favorecendo a contratação de pesquisadores no setor privado e instituiu o importante instrumento de incentivo direto via subvenção econômica às empresas, a Lei do Bem reorganizou a modalidade de incentivos fiscais do Brasil, reestruturando os instrumentos vigentes desde a instauração do PDTI e PDTA.

Os esforços governamentais para incentivo a PD&I iniciados pela PITCE foram sequenciados pelo Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI), abrangendo o período 2007 a 2010, a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), vigente a partir de maio de 2008 até a implementação do Plano Brasil Maior, que perdurou entre 2011 e 2014. Os planos envolvem não apenas a expansão dos incentivos fiscais em âmbito vertical e horizontal, como também um incremento dos investimentos para a infraestrutura de parques tecnológicos e incubadoras de empresas e da atuação da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES) através de instrumentos diretos de financiamento reembolsável, por intermédio das linhas de fomento; programas de *Venture Capital*, e subvenções econômicas.

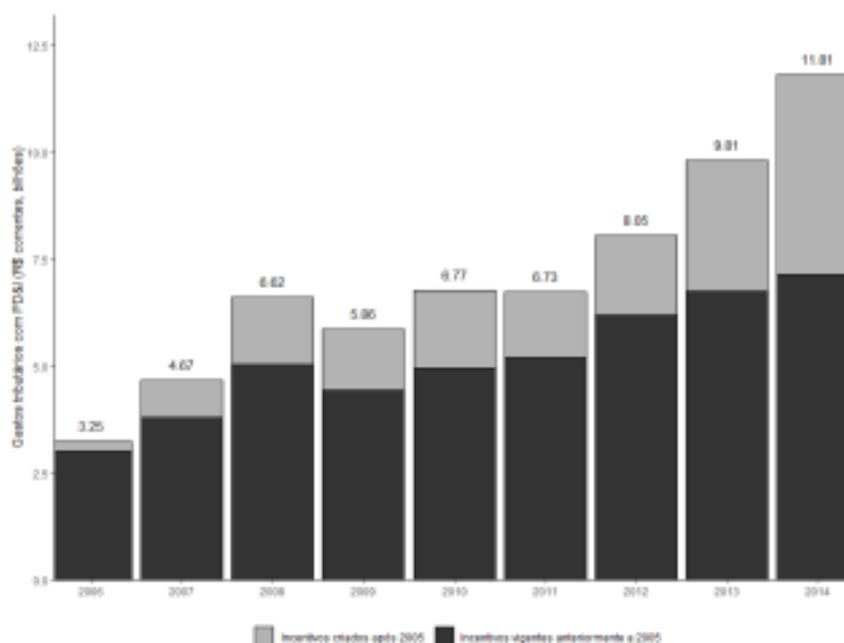
De acordo com a OCDE, o resultado da expansão desse *mix* de instrumentos de apoio direto e indireto, situa o Brasil entre os países com o arcabouço jurídico e institucional mais moderno no que tange ao suporte a PD&I. Em destaque para o escopo deste trabalho, cabe ressaltar o crescente volume de isenções fiscais no Brasil a partir da introdução da Lei do Bem em 2005. Essa Lei, somada ao programa de despesas com pesquisas científicas e tecnológicas e ao programa de aquisição de máquinas e equipamentos catalogados e autorizados pelo CNPq, compõem um conjunto reduzido de incentivos que possuem caráter horizontal no Brasil. Os demais incentivos fiscais vigentes no período entre 2000 e 2014 possuem caráter vertical, com destaque para os inseridos após a Lei do Bem, a mencionar, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS) e da Indústria de Equipamentos para a TV Digital (PATVD), apoio à tecnologia da

4

informação e comunicação (TI e TIC) e os incentivos destinados ao setor automotivo (Novos projetos e Inovar-Auto).

A Figura 1 ilustra a evolução das renúncias fiscais destinadas ao fomento de inovação no Brasil entre 2006 e 2014. Foram divididas em dois subgrupos: as que vigoravam antes das reformas no ano de 2005 e as implementadas posteriormente². As isenções fiscais consideradas somaram, em 2014, aproximadamente R\$ 11,8 bilhões, equivalente a 4,6% do total das renúncias no ano (aproximadamente R\$ 256 bilhões) e cerca de 3,6 vezes maior que o montante em 2006³.

Figura 1 – Evolução das isenções fiscais federais destinadas ao fomento do PD&I no Brasil entre 2006 e 2014



Fonte: elaboração própria com base nos Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) Demonstrativos dos Gastos Tributários (RBF).

Uma forma alternativa de verificar o aumento dos incentivos fiscais e o impacto no custo do investimento em P&D no Brasil se dá pelo cálculo do B-Index. Em resumo⁴, o indicador mede o valor presente da receita antes dos impostos necessária para cobrir os custos iniciais de P&D e com seus impostos correlatos. De outra forma, o B-Index mede o preço do investimento marginal em P&D, o valor necessário para “adquirir” uma unidade extra de P&D. Quando o B-Index é menor do que 1, compreende-se que o sistema tributário provê incentivos à P&D, uma vez que as firmas não precisam cobrir o custo total unitário do investimento. Em consequência, pode-se mensurar os incentivos

² Foram consideradas em vigor antes de 2005 as renúncias com máquinas e equipamentos autorizadas pela CNPq (Leis 8.010/90, art. 1º; 10.964/04, art. 1º e 3º; 8.032/90, art. 2º, I, "e" e "f" e 10.865/04, art. 9º, II, h), PDTI e PDTA (Leis nº 8.661/93 e 9.532/97), Lei da Informática (Leis nº 8.248/91 art. 4º, 10.176/01, art. 11; 11.077/04 e 13.023/14) e benefícios da Lei da Informática na Zona Franca e despesas com pesquisas científicas e tecnológicas (Lei nº 4.506/64, art.53; Decreto-Lei 756/69, art. 32, alínea "a"; Lei nº 7.735/89, art. 2º; MP 2.216-37/01). Após 2005, considerou-se a Lei do Bem (Leis nº 11.196/05, art. 19, 19-A, 26; 11.487/07, 12.546/11, art. 13, 11.774/08, art. 4º e Decreto 5.798/06), PADIS (Lei 11.484/07, art. 1º ao 11), PADTV (Lei 11.484/07, art. 12 ao 22), TI e TIC (Leis nº 11.908/09, art. 11; 11.774/08, art. 13- A e art. 14), Setor automotivo – novos projetos (Lei nº 12.407/11) e Inovar-Auto (Lei 12.715/12, art. 40 a 44 e Decreto 7.819/12).

³ Dados dos Demonstrativos dos Gastos Tributários (Bases Efetivas) da Receita Federal.

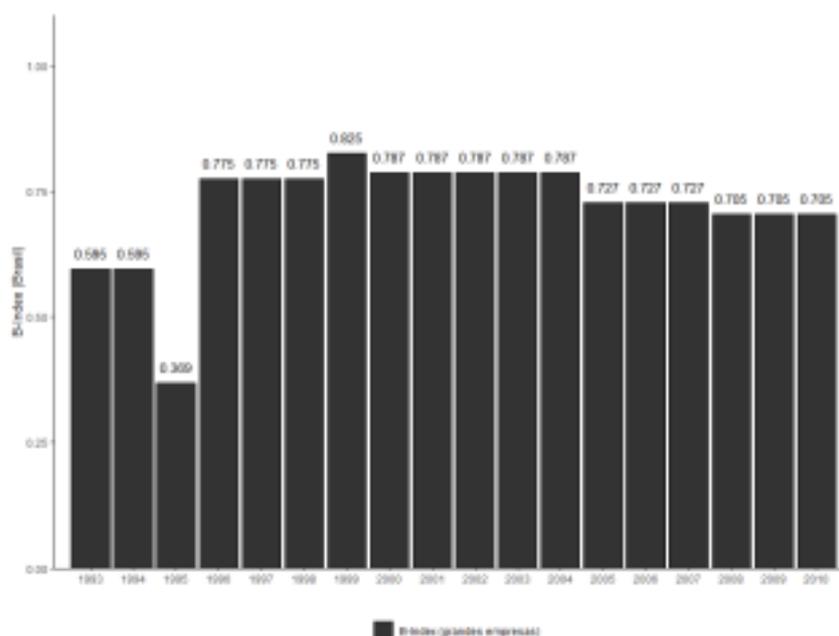
⁴ Os trabalhos de Araújo (2010) e Appelt et al. (2020) trazem detalhes do cálculo do B-Index. As notas metodológicas da *R&D Tax Incentives Database* (OCDE) também são uma fonte detalhada da metodologia empregada no índice.

5

implícitos fazendo 1-B-Index. Esse método procura possibilitar comparações entre diferentes países, diante da heterogeneidade do caráter das políticas de incentivo ao redor do mundo.

A Figura 2 apresenta a evolução do B-Index brasileiro, mensurado por Araújo (2010) desde 1993. A partir de 2005, a introdução da Lei do Bem reduziu estruturalmente o custo do investimento em P&D, principalmente para as empresas que adotam o regime de lucro real e se beneficiaram na crescente participação da Lei do Bem.

Figura 2 – Evolução do B-Index no Brasil no período de 1993 a 2010



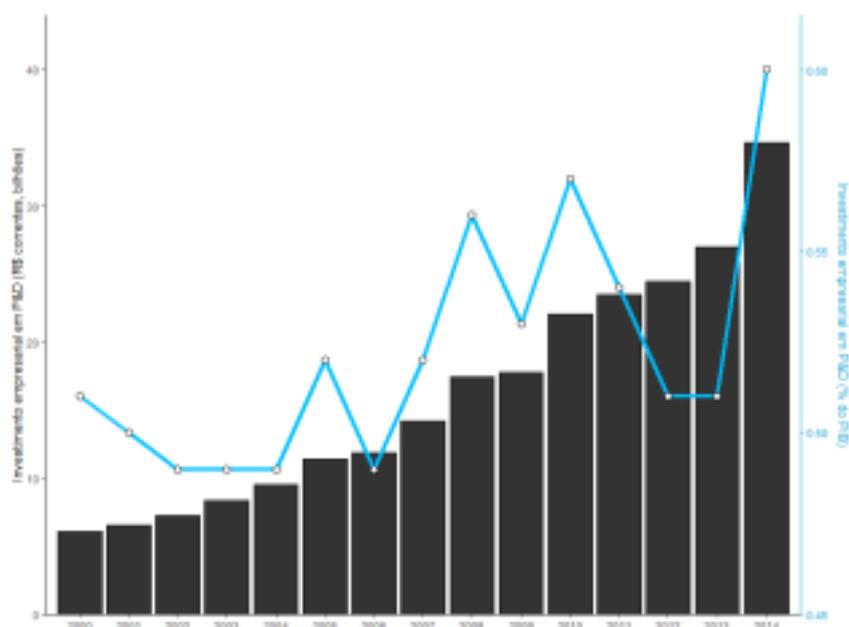
Fonte: elaboração própria com base em Araujo (2012).

Diante desse contexto, surge o questionamento de como se comportou o gasto empresarial em P&D. A Figura 3 ilustra a evolução em termos nominais e em proporção do PIB. O primeiro contato com esta que é a variável de interesse do trabalho sugere que o gasto empresarial em proporção do PIB continua em níveis semelhantes ao longo do período de 2000 e 2014, em torno de 0,5% e 0,6% do PIB.

Menezes Filho et al. (2014), Zuniga et al. (2016) e Rocha e Rauén (2018) convergem para a interpretação que o desempenho é aquém do esperado, principalmente em comparação a demais países e considerando que o Brasil possui um dos ambientes tributários ao investimentos em P&D mais generosos do mundo. As empresas continuam responsáveis por menos da metade do investimento em P&D no Brasil, sendo a outra parcela composta de gastos governamentais, majoritariamente com o ensino superior. Ainda, entre as empresas inovadoras, aumentou a proporção daquelas que tiveram apoio do governo, mas o percentual daquelas que registraram patentes está estagnado⁵.

⁵ Dados da Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

Figura 3 – Gasto empresarial em P&D no Brasil entre 2000 e 2014 (nominal e porcentagem do PIB)



Fonte: elaboração própria com base nos Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Esse contexto nacional motiva o interesse deste trabalho em verificar os impactos causais entre o aumento dos incentivos fiscais de incentivo ao P&D e o efetivo gasto empresarial nessa atividade. O método selecionado, a ser apresentado em detalhes na seção seguinte, permite estimar, ao realizar um quase-experimento com um grupo de controle, um contrafactual que elucida a potencial trajetória na ausência dos referidos esforços fiscais, contribuindo para o debate acerca das políticas públicas.

3 O MÉTODO DE CONTROLE SINTÉTICO

Este trabalho se propõe estimar o efeito do aumento dos incentivos fiscais no Brasil sobre o investimento empresarial em P&D fazendo uso do método de controle sintético. A exposição a seguir apresenta, de maneira sucinta, os aspectos estruturais do método de controle sintético. A exibição se fundamenta, principalmente, nos trabalhos de Abadie, Diamond e Hainmueller (2010, 2011 e 2014) e Abadie (2021).

Em resumo, o método de controle sintético faz parte do conjunto de estratégias empíricas que visa estimar o efeito causal de uma intervenção. Normalmente, é empregado em amostras pequenas de unidades agregadas (países ou estados, por exemplo), visando estimar o impacto de intervenções agregadas. Partindo da interpretação que a combinação de várias unidades permite compor um grupo uma comparação melhor do que a seleção de um controle arbitrário, o método envolve a construção de um controle sintético que se assemelha a unidade de tratamento, baseado em uma combinação convexa de várias unidades potenciais de comparação para conduzir uma análise contrafactual.

O método se assemelha a uma estimação por Diferenças em Diferenças, porém, possui a vantagem de relaxar a hipótese de tendências paralelas. O controle sintético permite que os efeitos de preditores observados e não observados da variável dependente mudem ao longo do tempo, enquanto assume que as covariáveis no período pré-intervenção têm uma relação linear com as variáveis dependentes no período pós-tratamento. Ainda, Abadie (2021) ressalta que o método não requer acesso aos resultados pós-tratamento na fase de *design*, além de trabalhar com interpolação de valores

reais para as estimações. Como resultado, há uma maior transparência na construção do contrafactual e do efeito do tratamento na unidade tratada.

Formalmente, partindo de uma amostra de $N + 1$ países, onde $i = 1, \dots, N + 1$ para o período de tempo $t = 1, \dots, T$, considera-se que apenas o primeiro país, $i = 1$, seja o caso de

interesse, ou seja, a unidade exposta ao tratamento. Os demais países $i = 2$ até $i = T + 1$ compõem um grupo de potenciais unidades de comparação, denominada de *donor pool*. Assume-se, sem perda de generalidade, que a unidade tratada é exposta a uma intervenção (ou tratamento) ininterruptamente, de forma que $1, 2, \dots, T_0$ sejam os períodos pré-intervenção e $T_0 + 1, T_0 + 2, \dots, T$ sejam os períodos pós-intervenção.

Definindo Y_{it} como o resultado potencial que seria observado para a unidade i no período t na ausência de intervenções e Y_{it}^* o resultado potencial para a unidade i diante de uma intervenção, pretende-se estimar o efeito de tratamento:

$$Y_{1T} = Y_{1T}^* - Y_{1T_0}$$

Entretanto, considerando que Y_{1T} não é observável para a unidade de tratamento em $T > T_0$, o método de controle sintético tem como objetivo construir um grupo de controle que provenha uma estimação robusta para o resultado potencial não observado. Para isso, esse grupo estimado deve ter características semelhantes a unidade de tratamento no período pré-tratamento. Haja vista que as características pré-intervenção da unidade tratada podem ser aproximadas pela combinação de unidades não tratadas, o controle sintético é, desta forma, definido como uma média ponderada das unidades da *donor pool*. Considera-se um vetor ω de pesos $\omega = (\omega_2, \dots, \omega_{T+1})'$ tal que $0 \leq \omega_i \leq 1$ para $i = 2, \dots, T + 1$ e $\omega_2 + \dots + \omega_{T+1} = 1$.

A seleção de ω visa selecionar um conjunto de unidades para composição do controle sintético que melhor expresse as características da unidade tratada. Para tanto, seja X_{1T_0} um vetor de dimensão $1 \times T_0$ contendo as características da unidade tratada no período de pré-intervenção e X_{it} uma matriz de dimensão $T_0 \times T$ das mesmas características para os países inseridos na *donor pool*.

A solução ótima dos pesos $\omega^* = (\omega_2^*, \dots, \omega_{T+1}^*$

) aponta a unidade de controle sintético que mais se aproxima das características pré-tratamento da unidade de unidade tratada. De outra maneira, a matriz ω^ procura minorar a distância entre a unidade tratada e as unidades ponderadas que compõe o controle sintético antes da intervenção, de forma a minimizar

$$\|X_{1T_0} - \sum_{i=2}^{T+1} \omega_i X_{iT_0}\| = \sqrt{(X_{1T_0} - \sum_{i=2}^{T+1} \omega_i X_{iT_0})' \Omega (X_{1T_0} - \sum_{i=2}^{T+1} \omega_i X_{iT_0})}$$

Ω é uma matriz positiva e semidefinida de dimensão $(T_0 \times T_0)$ que mede a importância relativa dos preditores selecionados e é definida como uma. Através desta, diferentes pesos podem ser alocados para as diferentes variáveis que compõem X_{1T_0} e X_{iT_0} , a depender da capacidade de influência sobre o resultado potencial. A escolha ótima ω^* minimiza o erro quadrático médio de previsão (MSPE) da variável potencial no período de pré-intervenção. De outra forma, considerando $\omega_i = 1 \leq \omega_i \leq T_0$, seja X_{it} um vetor de dimensão $(T_0 \times T_0)$ com os valores da variável de interesse para a unidade tratada no período de pré-intervenção e X_{it} uma matriz análoga de dimensão $(T_0 \times T_0)$ para as unidades da *donor pool*, então ω^* é escolhido para minimizar o MSPE para o período de pré-intervenção, ou seja, minimizar

$$\sum_{i=2}^{T+1} \omega_i (Y_{1T_0} - \sum_{i=2}^{T+1} \omega_i Y_{iT_0})' (Y_{1T_0} - \sum_{i=2}^{T+1} \omega_i Y_{iT_0})$$

Uma vez que o controle sintético foi

De posse das matrizes ω^* e X_{it} , é possível estimar Y_{1T} construído a partir das unidades não tratadas, quando a intervenção ocorre em T_0 , a diferença entre

controle sintético e a variável de tratamento para o período de tempo t aponta o efeito estimado do tratamento. Logo,

$$Y_{1it} = Y_{0it} + \sum_{t=2}^{t+1} \tau_t * D_{it}$$

Aos adotar combinações lineares ótimas no processo de composição do controle sintético, condicionando a sua composição ao *matching* de resultados potenciais de unidades com características semelhantes no período de pré-tratamento, o método controla os efeitos não observados e respostas heterogêneas sobre a variável de interesse.

4 O EFEITO DA AMPLIAÇÃO DOS INCENTIVOS FISCAIS A P&D NO

BRASIL 4.1 DADOS E DESCRIÇÃO DO MODELO

Para verificar o impacto dos incentivos fiscais sobre o investimento empresarial em P&D, se tem como objetivo construir um contrafactual da economia brasileira que expresse uma estimativa do que teria acontecido na ausência das políticas implementadas a partir dos anos 2000. Como exposto, a partir da diferença entre essas duas trajetórias, é possível estimar o efeito de tratamento no período.

A base de dados foi construída utilizando dados anuais para o período de 2000 a 2014 e adotou-se como período de tratamento o intervalo que abarca o período pós-2005. Como abordado na seção 2, o incentivo provido pela Lei do Bem foi um marco na política de inovação brasileira, não apenas porque tornou o Brasil um dos países mais generosos no que tange à concessão de incentivos fiscais à inovação, como também porque seguiu sendo parâmetro para desenho dos incentivos fiscais implementados posteriormente, diante do crescente acesso das firmas às políticas de inovação e o impacto dos instrumentos tributários incorporados.

Para a construção do grupo de controle, primeiramente foram identificados os países com disponibilidade de informações referentes a variável de interesse, no caso, o gasto empresarial com P&D. Os dados, expressos em porcentagem do PIB, foram obtidos da base *Main Science and Technology Indicators* (MSTI) da OCDE e abarcam 45 países, contendo países membros e não membros da OCDE⁶. Em específico, a série para o Brasil foi obtida dos Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação do (MCTI). O quadro 1 apresenta a síntese da amostra inicial.

Em seguida, foram filtrados e retirados do grupo de controle os países que foram alvo de tratamentos semelhantes, assim dizendo, países que implementaram políticas de incentivo fiscal para P&D a partir de 2005. Considerou-se, como critério para identificação, os países cujo B-Index disponível na *R&D Tax Incentives Database* da OCDE no período de tratamento tenha sido menor do que 1⁷.

O conjunto de variáveis preditoras foram escolhidas com base na literatura do tema. Da base de dados *World Development Indicators* (WDI) do Banco Mundial foram obtidos o crescimento anual do PIB (%), a produtividade do trabalho (US\$ constante)⁸ e o número de aplicações de patentes por residentes e não residentes⁹. A concentração de mercado é estimada pelo índice de Herfindahl-Hirschman, extraído da base de dados *World Integrated Trade Solution* (WITS) do Banco Mundial.

⁶ Dados não disponíveis para a Costa Rica na amostra da OCDE. Não-membros: Argentina, China, Romênia, Rússia, Singapura, África do Sul e Taiwan.

⁷ Como mencionado na seção 2, países com o B-Index menor do que 1 sinalizam que o custo marginal unitário do investimento em P&D é subsidiado por políticas de incentivo fiscal.

⁸ Definida como a razão entre o PIB e o emprego total (persons engaged) da economia (US\$ 2017 PPP). ⁹ Aplicações depositadas através do Tratado de Cooperação em Matéria de Patentes (Patent Cooperation Treaty).

A série para o número de pesquisadores envolvidos em P&D¹⁰ foi extraída da MSTI (OCDE) e dos Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia e Inovação (MCTI), para o Brasil.

Desta maneira, levando em consideração os critérios implementados conforme orientação estrutural do método de controle sintético e as covariadas selecionadas, os seguintes países foram selecionados para compor o grupo de potenciais unidades de comparação: Alemanha, Dinamarca, Eslováquia, Estônia, Luxemburgo, Polônia e Suíça. A combinação convexa desses países deu resultado a uma versão sintética do Brasil composta por Polônia (64%), Alemanha (20,3%) e Estônia (15,7%). A tabela 1 apresenta a média dos preditores para o Brasil, para o contrafactual gerado e para a amostra completa.

Tabela 1 – Especificações das variáveis preditoras para composição do contrafactual (Brasil Sintético)

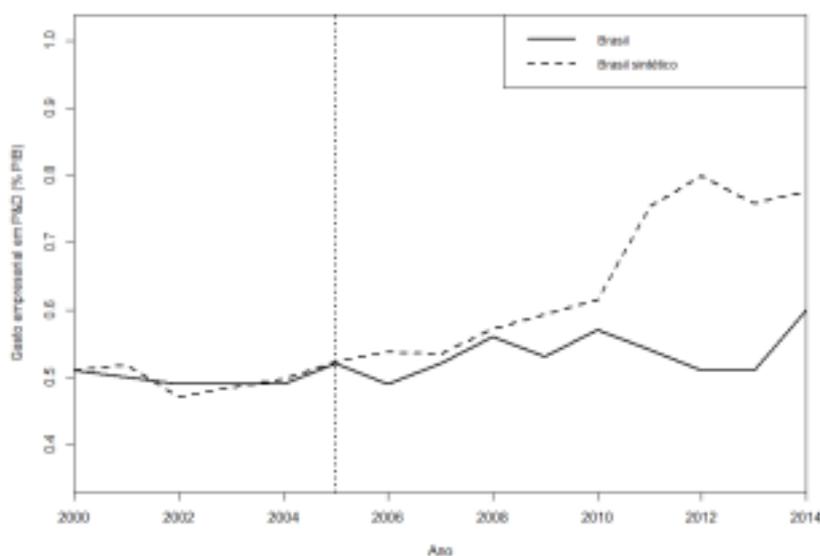
<u>Variáveis preditoras</u>	<u>Brasil</u>	<u>Brasil Sintético</u>	<u>Média Amostral</u>
Gasto empresarial em P&D (%)	0,496	0,496	1,057
Crescimento anual do PIB (%)	3,146	3,458	3,277
Produtividade do trabalho (ln)	10,253	10,894	11,307
Concentração de mercado (índice)	0,074	0,110	0,093
Número de patentes (ln)	9,740	8,862	7,554
Número de pesquisadores (ln)	4,227	3,896	2,859

Fonte: Elaboração própria.

4.2 RESULTADOS

A Figura 4 apresenta o gasto empresarial com P&D no Brasil e o contrafactual gerado com o controle sintético, que aponta a trajetória estimada na ausência dos incentivos fiscais para o período pós-2005. O momento do tratamento (2005) encontra-se destacado pela linha pontilhada.

Figura 4 – Evolução dos gastos empresariais com P&D: Brasil e Brasil sintético para o período entre 2000 a 2014



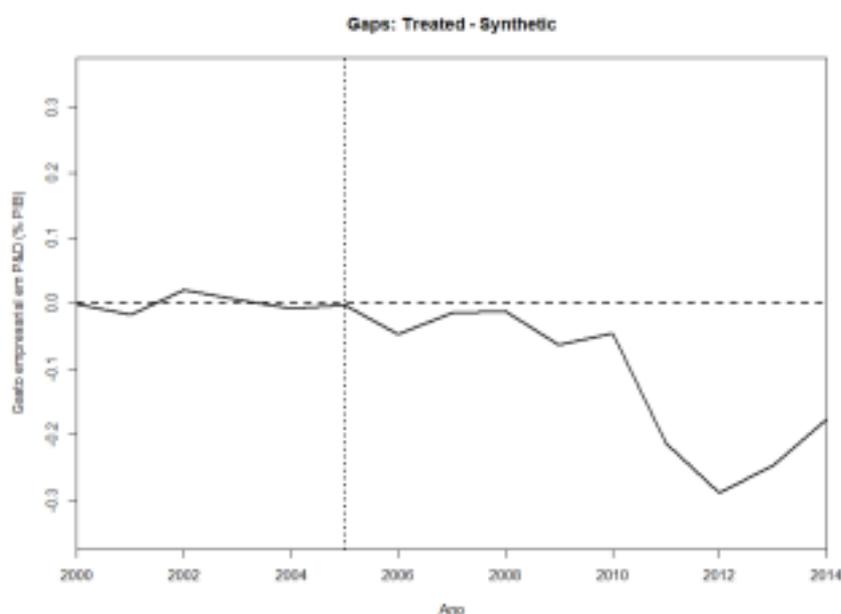
Fonte: elaboração própria.

¹⁰ Em equivalência de tempo integral.

Os resultados apontam, em conformidade com os trabalhos empíricos da literatura que estudam o *mix* de políticas de incentivos fiscais adotadas no Brasil, que o aumento de incentivos fiscais não gerou o resultado desejado, a expansão do gasto empresarial com atividades em P&D. É possível verificar que após 2005, momento em que, como propôs-se justificar, foi um divisor para as políticas industriais e de inovação no país, as duas curvas caminham ligeiramente próximas, sem ganhos de investimento em P&D, mas com um desempenho ligeiramente inferior ao do contrafactual. A divergência das trajetórias ganha fôlego a partir de 2008 e após 2010 há um completo desencontro, sinalizando um efeito negativo e contrário à finalidade proposta pelas políticas públicas.

Esse resultado não é diferente do esperado, uma vez que os efeitos dos incentivos não são imediatos e o volume de renúncias cresceu em elevado ritmo no período. Como aponta Colombo e Cruz (2018), uma correta avaliação das respostas das firmas diante dos incentivos fiscais deve considerar um período de adequação e maturação dos investimentos, podendo requerer, em média, até três anos para se expressar. O caso brasileiro reforça essa hipótese, ao considerar o alto custo operacional, organizacional e tributário para estruturação das pequenas empresas, além das dificuldades para adaptação do planejamento e execução destas diante dos requisitos exigidos pelos incentivos. Deve-se atentar, ainda, para os custos implícitos em se lidar com a estrutura tributária brasileira (*compliance*) e com a elaboração de projetos sob a tutela de uma consultoria externa especializada. Esse cenário, somado a priorização dos principais incentivos fiscais às grandes empresas (como é o caso da Lei do Bem, que exige o regime de lucro real), reduz a participação de firmas investidoras e a efetividade dos incentivos no médio prazo (KANNEBLEY JR. e PORTO, 2012; ARAUJO, 2012).

Figura 5 – Gap do gasto empresarial em P&D entre o Brasil e o Brasil sintético no período entre 2000 e 2014



Fonte: elaboração própria.

Complementarmente, a Figura 5 plota os *gaps* anuais verificados entre o gasto empresarial brasileiro e o da sua contrapartida sintética, ou seja, apresenta a diferença entre o Brasil e o contrafactual. Ratifica-se a interpretação que o impacto dos incentivos fiscais sobre o investimento empresarial não teve grande efeito nos três primeiros anos. Nesse período, o gasto empresarial médio foi de 0,52% para o Brasil e 0,54% para o país sintético.

11

No intervalo entre 2010 e 2014, há um grande descolamento entre as duas trajetórias. Enquanto o investimento médio no Brasil fica em torno de 0,55%, com um máximo de 0,6% e mínimo de 0,51%, o investimento médio no Brasil sintético foi de 0,74%, com máximo de 0,79% e mínimo de 0,61%. No período de pós-tratamento como um todo, estima-se que o gasto empresarial em P&D poderia ter sido, em média, 22% maior caso a intervenção não tivesse acontecido (investimento médio de 0,54% e 0,66%, para o Brasil e Brasil sintético, em respectivo).

Esses resultados corroboram com a hipótese de ter ocorrido, no período, um efeito de *crowding-out*. Ao invés do efeito esperado de indução a novos investimentos em P&D, se verificou uma substituição do financiamento de investimentos que já ocorreriam fazendo uso de recursos próprios pelos investimentos com incentivos fiscais. No médio prazo, esse comportamento gerou uma

estagnação do investimento brasileiro em P&D, aquém do potencial, vide a crescente divergência entre as trajetórias após 2010. A trajetória de possível reversão da tendência observada após 2012 sinaliza a importância do monitoramento dos incentivos às atividades automobilísticas implementadas após 2011 (Inovar-Auto e Lei nº 12.407/11) e sua interação com os demais incentivos.

4.3 TESTE DE ROBUSTEZ

Uma das vantagens do método de controle sintético é a transparência para com as estratégias de inferência e robustez dos resultados. Para fins de verificação da qualidade das estimativas, foi adotada a estratégia apresentada em Abadie, Diamond e Hainmueller (2010, 2014) e detalhado em Abadie (2021). Foi atribuído o tratamento na unidade ideal e aos demais países que compõem a amostra de potenciais unidades de comparação (“tratamentos de placebo”). Em seguida, verificou-se a distribuição das razões entre a raiz quadrada do erro quadrático médio de previsão (RMSPE) antes e depois do tratamento para a unidade de tratamento ideal e para os placebos.

Rigorosamente, para $0 \leq t_1 \leq t_2 \leq T$ e $T = \{1, \dots, T + 1\}$, seja a raiz quadrada do erro quadrático médio de previsão (RMSPE) de uma país i no intervalo t_1, \dots, t_2 definida por 1

$$RMSPE_i(t_1, t_2) = \left(\frac{1}{t_2 - t_1 + 1} \sum_{t=t_1}^{t_2} (Y_{it} - \hat{Y}_{it}^S)^2 \right)^{1/2}$$

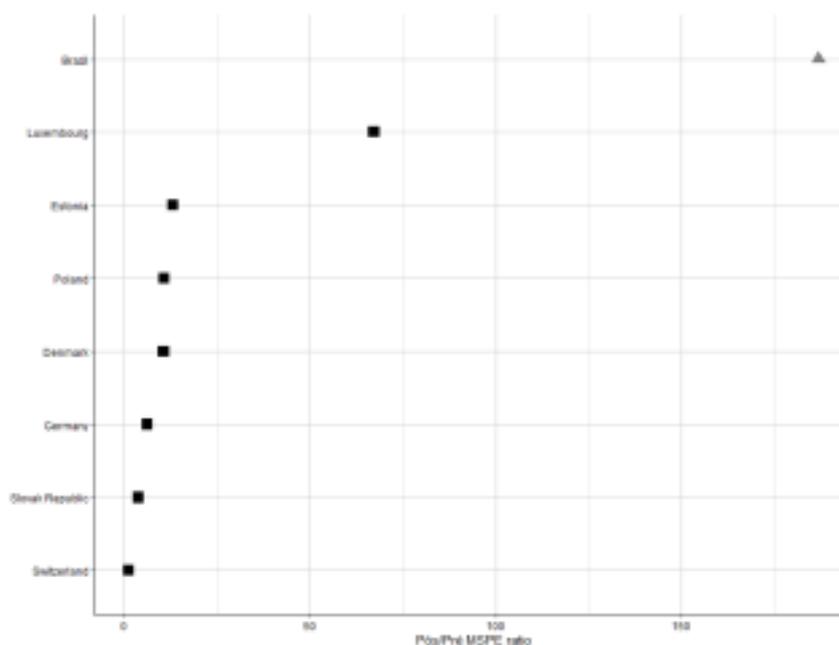
em que \hat{Y}_{it}^S é o resultado gerado pelo controle sintético para a variável dependente do país i no período t . A razão entre a RMSPE pós e pré-intervenção para essa unidade é

$$R_{it} = \frac{RMSPE_i(t_0 + 1, t)}{RMSPE_i(1, t_0)}$$

A razão R_{it} mede a qualidade de ajuste do controle sintético no pós-tratamento, relativo ao ajuste no período pré-tratamento. Como visto na seção 3, o RMSPE mede a magnitude da diferença entre a variável de interesse do país tratado e seu contrafactual. Um grande RMSPE no pós intervenção só deve ser interpretado como um efeito causal quando o modelo tem um bom ajuste antes da intervenção. O efeito da intervenção do aumento do volume de incentivos fiscais sobre o gasto em P&D é significativo se o efeito estimado para o Brasil é grande em relação a distribuição dos efeitos nos placebos.

A Figura 6 apresenta a distribuição da razão pós/pré RMSPE para o Brasil e os demais países do grupo de potenciais unidades de comparação. O resultado ratifica a qualidade das estimações realizadas, haja vista que o RMSPE pós-intervenção é cerca de 186 vezes maior que o erro quadrático para o pré-tratamento. Em adendo, como requerido, nenhum outro país do grupo se aproxima do resultado, corroborando para a baixa probabilidade de se tratar de uma inferência causal espúria.

Figura 6 – Razão do RMSPE pós-tratamento e pré-tratamento: Brasil e países do grupo de controle



Fonte: elaboração própria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs verificar se a expansão do conjunto de incentivos fiscais destinados ao fomento à inovação que ocorreu no Brasil com o retorno das políticas industriais e de inovação, principalmente após a aprovação da Lei do Bem, foi eficiente para induzir o aumento do gasto empresarial em P&D. Foi adotado o método de controle sintético, robusto entre as técnicas estatísticas de quase-experimentação para estimação de efeitos causais em estudos de casos comparativos.

A série de investimento empresarial em P&D do MCTI indica que o montante de investimentos em proporção do PIB não se alterou no período, a despeito do crescimento do volume de renúncias fiscais e da participação destas no total do suporte governamental. Com a estimação do Brasil sintético, foi possível mensurar que o investimento empresarial em P&D entre 2006 e 2014 (o período pós-tratamento) poderia ter sido, em média, 22% superior, em comparação a um cenário sem a expansão das renúncias fiscais. A disparidade aparenta entrar em uma trajetória de convergência a partir de 2012, indicando a importância do monitoramento dos incentivos às atividades automobilísticas (Inovar-Auto e Lei nº 12.407/11), implementados nesse intervalo após 2011.

Os resultados convergem para as conclusões de Rocha (2015) e Rocha e Rauen (2018) que, semelhantemente, fazem parte do nicho de trabalhos que se propuseram a estudar o conjunto de instrumentos de apoio governamental à inovação como um todo, ao invés de uma lei em específico. O complexo de incentivos indiretos (majoritários) e diretos aparenta não apenas ter mantido o volume de investimentos constante (induzindo ao *crowding out*), como também não ter alcançado sucesso consistente na melhoria do ambiente de mercado para a decisão de novos investimentos, vide o *gap* estimado.

A literatura empírica aplicada ao Brasil tem demonstrado, com um certo consenso, os benefícios dos instrumentos de participação direta (principalmente as linhas de crédito conjuntas entre o BNDES e a Finep e os incentivos para *equity financing*) e os incentivos indiretos, em específico a Lei do Bem.

Diante da tendência global de expansão da participação da malha de incentivos indiretos, resguardadas as idiossincrasias das economias, parece pertinente estudar o impacto do portfólio de

apoio governamental, principalmente os desdobramentos das políticas setoriais, que finalizaram e que ainda estão vigentes. Nesse conjunto encontra-se tanto a Lei da Informática, mais antiga, quanto o complexo de incentivos enfaticamente implementados a partir de 2007 com o Padis/PATVD e, posteriormente, com as políticas para os setores automobilísticos. A qualificação do desempenho desses incentivos e a forma como interagem com a Lei do Bem (de caráter horizontal) e demais apoios governamentais aparenta ser a questão de ordem para a estruturação de vindouras políticas de

inovação.

REFERÊNCIAS

- ABADIE, Alberto. Using Synthetic Controls: feasibility, data requirements, and methodological aspects. **Journal Of Economic Literature**, [s.l.], v. 59, n. 2, p. 391-425, jun. 2021. American Economic Association.
- ABADIE, Alberto; DIAMOND, Alexis; HAINMUELLER, Jens. Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies: estimating the effect of california's tobacco control program. **Journal Of The American Statistical Association**, [s.l.], v. 105, n. 490, p. 493-505, jun. 2010.
- ABADIE, Alberto; DIAMOND, Alexis; HAINMUELLER, Jens. Synth: an R package for synthetic control methods in comparative case studies. **Journal Of Statistical Software**, [s.l.], v. 42, n. 13, p. 1-17, jun. 2011.
- ABADIE, Alberto; DIAMOND, Alexis; HAINMUELLER, Jens. Comparative Politics and the Synthetic Control Method. **American Journal Of Political Science**, [s.l.], v. 59, n. 2, p. 495-510, 23 abr. 2014.
- APPELT, Silvia *et al.* R&D Tax Incentives: evidence on design, incidence and impacts. **Oecd Science, Technology And Industry Policy Papers**, [s.l.], n. 32, p. 1-44, set. 2016. Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/5jlr8fldqk7j-en>. Acesso em: 6 mar. 2022.
- APPELT, Silvia *et al.* The effects of R&D tax incentives and their role in the innovation policy mix: findings from the oecd microberd project, 2016-19. **Oecd Science, Technology And Industry Policy Papers**, [s.l.], v. 1, n. 92, p. 1-96, set. 2020. Disponível em: <https://www.oecd.org/sti/the-effects-of-r-d-tax-incentives-and-their-role-in-the-innovation-policy-mix-65234003-en.htm>. Acesso em: 6 mar. 2022.
- ARAÚJO, Bruno. Incentivos fiscais à pesquisa e desenvolvimento e custos de inovação no Brasil. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior (IPEA)**, [s.l.], n. 9, p. 3-18, ago. 2010. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100826_radar09.pdf. Acesso em: 6 mar. 2022.
- ARAÚJO, Bruno. Políticas de apoio à inovação no brasil: uma análise de sua evolução recente. **Texto para discussão Ipea**, Brasília, n. 1759, p. 1-47, ago. 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1090/1/TD_1759.pdf. Acesso em: 6 mar. 2022.
- BRIGANTE, Paulo César. Efeitos diferenciados de incentivos fiscais e financiamentos sobre os gastos empresariais em P&D na segunda metade dos anos 2000. **Análise Econômica**, [s.l.], v. 38, n. 75, p. 209-247, 29 abr. 2020.
- COLOMBO, Daniel Gama e; CRUZ, Helio Nogueira da. Impacts of the Brazilian innovation tax policy on the composition of private investments and on the type of innovation. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, SP, v. 17, n. 2, p. 377-414, 5 set. 2018.
- DAVID, Paul A.; HALL, Bronwyn; TOOLE, Andrew. Is public R&D a complement or substitute for private R&D? a review of the econometric evidence. **Research Policy**, [s. l.], v. 29, n. 4-5, p. 497-529, abr. 2000.
- GALINDO-RUEDA, Fernando; APPELT, Silvia. Government support for business research and innovation in a world in crisis. In: OCDE. **OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2021: times of crisis and opportunity**. [s.l.]: OCDE, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/75f79015-en..> Acesso em: 6 mar. 2022.
- KANNEBLEY JR, Sergio; PORTO, Geciane. Incentivos Fiscais à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Brasil: uma avaliação das políticas recentes. **IDB Publications (Working Papers): documento para discussão nº 236**, Washington, n. 236, p. 1-54, set. 2012. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3512888/mod_resource/content/2/BID%20incentivos%20f

iscais%20no%20Brasil.pdf. Acesso em: 6 mar. 2022.

KANNEBLEY JR, Sérgio; SHIMADA, Edson; NEGRI, Fernanda de. Efetividade da Lei do Bem no estímulo aos dispêndios em P&D: uma análise com dados em painel. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, [s. l], v. 46, n. 3, p. 111-145, dez. 2016.

MAZZUCATO, Mariana. **The Entrepreneurial State**: debunking public vs. private sector myths. Londres: Anthem Press, 2013. 207 p.

MAZZUCATO, Mariana. **Mission-Oriented Research & Innovation in the European Union**: a problem-solving approach to fuel innovation-led growth. [S.L.]: Directorate-General For Research And Innovation (European Commission), 2018. 36 p. Disponível em:

https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/mazzucato_report_2018.pdf. Acesso em: 6 mar. 2022.

MENEZES FILHO, Naercio; KOMATSU, Bruno Kawaoka; LUCCHESI, Andrea; FERRARIO, Marcela. Políticas de Inovação no Brasil. **Insper Policy Paper**, São Paulo, n. 11, p. 1-72, ago. 2014. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2018/09/Políticas-Inovacao-Brasil-CPP.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2022.

ROCHA, Frederico. Does governmental support to innovation have positive effect on R&D investments? Evidence from Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, Sp, v. 14, n.esp, p. 37-60, jul. 2015.

ROCHA, Glauter; RAUEN, André. Mais desoneração, mais inovação? uma avaliação da recente estratégia brasileira de intensificação dos incentivos fiscais a pesquisa e desenvolvimento. **Texto para discussão Ipea**, Brasília, n. 2393, p. 1-46, jul. 2018. Disponível em:

http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8517/1/TD_2393.PDF. Acesso em: 6 mar. 2022.

ZUNIGA, Pluvia *et al.* Conditions for innovation in brazil: a review of key issues and policy challenges. **Ipea Discussion Paper**, Rio de Janeiro, n. 218, p. 1-102, nov. 2016. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/ingles/dp_218.pdf. Acesso em: 6 mar. 2022.