

O impacto dos fundos Criatec no crescimento e inovação de startups: uma análise baseada em estudo de eventos^{*}

Ricardo Agostini MARTINI¹

ricardo.martini@bndes.gov.br |  <https://orcid.org/0009-0002-1859-9528>

Luciano MACHADO¹

lmachado@bndes.gov.br |  <https://orcid.org/0009-0005-4294-8574>

Leandro Ortiz do NASCIMENTO¹

leandro.ortiz@bndes.gov.br |  <https://orcid.org/0009-0009-8888-6689>

Resumo

As *startups* são empresas jovens, de pequeno porte e caracterizadas por serem intensivas em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), mas que, devido à natureza dessas atividades, sujeitas a assimetrias de informação e externalidades, tendem a sofrer restrição de crédito. Nesse sentido, os fundos Criatec são fundos mútuos de investimento de capital de risco operados pelo BNDES e que, por meio da capitalização dessas empresas, buscam promover seu crescimento e incentivar suas atividades de inovação. O presente artigo busca fazer uma avaliação de impacto do Criatec sobre as *startups* apoiadas, sendo o primeiro trabalho que traz evidências sobre a efetividade de um fundo de capital semente no Brasil. A metodologia utilizada baseou-se no modelo de diferença em diferenças escalonado, ou estudo de eventos, seguindo procedimentos propostos por Callaway e Sant'Anna (2021). Os resultados mostraram que o Criatec teve impactos significativos sobre as *startups* apoiadas, com efeitos de 61% no emprego, 275% na massa salarial, 21% no pessoal ocupado em P&D e 10% nos pedidos de patentes. Os efeitos do programa se mantiveram por alguns anos após o primeiro aporte de recursos, sendo mais fortes nas empresas mais jovens e variando de acordo com o setor econômico.

Palavras-chave

Capital semente, Inovação, BNDES, Estudo de eventos.

Impact of Criatec funds on the growth and innovation of startups: an analysis based on event Studies

Abstract

Startups are young, small-sized companies characterized by being research and development (R&D) intensive, but due to the nature of these activities, they are subject to information asym-

¹ Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Recebido: 10/10/2023.

Revisado: 22/05/2024.

Aceito: 18/07/2024.

DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-53575443rll>



This Article is Distributed Under the Terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License.

metries and externalities, which often leads to credit constraints. In this sense, Criatec funds are venture capital mutual funds operated by BNDES that aim to promote the growth and incentivize the innovation activities of these companies through their capitalization. This article aims to assess the impact of Criatec on the supported startups, being the first work to provide evidence on the effectiveness of a seed capital fund in Brazil. The methodology used was based on the staggered difference-in-differences model, or event study, according to procedures proposed by Callaway and Sant'Anna (2021). The results showed that Criatec had significant impacts on the supported startups, with effects of 61% on employment, 275% on wage mass, 21% on personnel engaged in R&D, and 10% on patent applications. The program's effects remained for several years after the initial injection of resources, being stronger in younger companies and varying according to the economic sector.

Keywords

Seed capital, Innovation, BNDES, Event-study.

JEL Classification

G24, O38, C33.

1. Introdução

As *startups* são empresas jovens, de pequeno porte e caracterizadas por serem intensivas em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Todavia, como esses investimentos estão relacionados a incertezas e falhas de mercado como externalidades e assimetrias informacionais, essas empresas estão sujeitas a sofrer restrição financeira no mercado de crédito tradicional, o que pode inviabilizar seus planos de investimentos (Hall e Lerner 2010). Além disso, as *startups* possuem pouco colateral que possa ser utilizado como garantias em empréstimos, têm pouca disponibilidade de lucros retidos que possam servir de fontes internas de financiamento e costumam ser dirigidas por empresários-pesquisadores especialistas nos seus ramos de atividade, mas com limitado conhecimento sobre gestão, o que pode prejudicar a sobrevivência dos seus empreendimentos (United Nations 2009). Por outro lado, como essas empresas apresentam alto potencial de crescimento e de desenvolvimento de novas tecnologias, é interessante do ponto de vista da política pública desenvolver mecanismos de apoio voltado para o seu segmento.

Nas últimas décadas, o Brasil implementou uma série de novas políticas voltadas para a ciência e tecnologia (C&T) e para a inovação, que incluíram incentivos de apoio financeiro direto, apoio via crédito, incentivos fiscais

e medidas regulatórias (De Negri 2017). Dentre essas políticas, cabe destacar a criação dos fundos setoriais de C&T (1999), a Lei de Inovação (2004), a Lei do Bem (2005) e o Plano Inova Empresa (2013). A política nacional de inovação no Brasil, em termos gerais, passou a ter não apenas uma maior diversidade de instrumentos, mas também teve um grande montante de recursos alocados nesse período. Contudo, não produziu mudanças sensíveis no quadro geral de esforço tecnológico do país, já que a produtividade não cresceu de maneira significativa no mesmo período (De Negri 2015). Portanto, apesar dos avanços recentes, pode-se afirmar que as políticas de inovação no país apresentam limitações relevantes. Uma das possibilidades para o seu aprimoramento passa pelo aprofundamento da diversificação do sistema brasileiro de C&T. Isso inclui medidas que passam pela criação e expansão de fundos públicos de capital de risco e a criação de incentivos fiscais e tributários para fundos privados desse segmento, com o objetivo de apoiar *startups*.

Dentre os fundos de capital de risco instituídos no Brasil no período recente, cabe destacar o caso do Criatec, que é uma marca de fundos mútuos de investimento – isto é, com capital de diversas fontes e administrados por gestores especializados – que tem o BNDES como principal investidor. O Criatec é uma iniciativa inovadora por direcionar o apoio via recursos públicos para o estágio mais incipiente da cadeia de valor do capital de risco – o capital semente – em que os riscos são maiores. O programa busca não apenas mitigar o efeito de potencial restrição de crédito derivada do risco associado aos negócios de *startups*, mas também oferecer apoio via consultores especializados que exercem participação ativa na sua gestão, capazes de orientar as empresas no ambiente de negócios. Pela combinação dos dois mecanismos, espera-se que o programa tenha efetividade para atingir seus objetivos, que incluem o crescimento das firmas investidas e a inovação tecnológica (Silva e Biagini 2015). O Criatec teve três edições no período entre 2008 e 2021, com um total de 106 empresas apoiadas, o que representou um total de R\$ 408,1 milhões investidos no período (em valores de 2021).

O objetivo do presente artigo é verificar a efetividade do apoio do Criatec sobre as empresas apoiadas. O trabalho busca contribuir com a literatura em duas dimensões. Em primeiro lugar, a literatura brasileira sobre avaliações de impacto de políticas de inovação costuma focar em políticas de incentivos fiscais (Zucoloto 2010; Kannebley Júnior e Porto 2012; Shimada *et al.* 2014; Kannebley Júnior *et al.* 2016; Santana 2017) ou políticas de financiamento (De Negri *et al.* 2008a, 2008b, 2009; Alvarenga 2012; Araujo

et al. 2012; Rauen *et al.* 2018), geralmente voltadas para empresas de maior porte e mais tempo no mercado. Portanto, essa é a primeira avaliação de impacto no Brasil de um fundo de capital de risco nas empresas investidas, que apresenta um desenho e um público-alvo distinto das políticas já avaliadas. Em segundo lugar, procura-se aqui fazer uma contribuição metodológica, já que se utiliza uma estimação baseada no modelo de diferença em diferenças escalonado, proposto em Callaway e Sant'Anna (2021). Esse método procura estimar o impacto da intervenção controlando pelos efeitos de *coorte* de início do tratamento e pelo efeito dinâmico ao longo dos anos desde o primeiro aporte de recursos.

O trabalho analisou dois vetores de variáveis de resultado: crescimento da empresa (empregos e massa salarial) e inovação (pessoal ocupado em pesquisa e desenvolvimento e pedidos/concessões de patentes). A principal base de dados utilizada na avaliação é o Registro Anual de Informações Anuais (Rais), disponibilizada pelo Ministério do Trabalho. Essa base foi cruzada com a base do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) sobre pedidos e concessões de patentes por empresas e com as informações das operações do Criatec. O grupo de controle foi restrito a um conjunto de empresas que submeteram planos de investimentos junto aos gestores do fundo, mas que não foram apoiadas.

A presente avaliação observou que o Criatec teve impactos significativos nas variáveis analisadas, com efeitos de 61% no emprego, 275% na massa salarial, 21% no pessoal ocupado em P&D (Potec) e 10% nos pedidos de patentes. Também foram avaliados os efeitos dinâmicos do apoio da série de fundos Criatec. Em relação às variáveis relacionadas com o crescimento da empresa, os efeitos do programa se mantêm por cerca de três ou quatro anos após o ano do primeiro aporte de recursos. Em relação às variáveis de inovação, os efeitos tendem a ter alguma defasagem, indo do primeiro ao terceiro ano após o tratamento para o Potec e do quarto ao sexto ano após o tratamento para os pedidos de patentes. Os efeitos estimados são mais fortes nas empresas mais jovens em relação às demais. Foi verificada uma heterogeneidade nos impactos por setor econômico, com efeitos mais fortes sobre o crescimento das firmas da área de tecnologia da informação, e sobre as variáveis de inovação nas firmas dos demais setores.

O presente artigo está organizado da seguinte maneira. Essa introdução é seguida por uma revisão bibliográfica, que inclui a descrição do Criatec, assim como um breve levantamento dos resultados de avaliações de im-

pacto na literatura internacional sobre capital de risco e de outras políticas de provisão de financiamento para inovação no Brasil. Em seguida, será descrita a metodologia empregada na avaliação. Após isso, serão apresentadas a base de dados, as variáveis de resultado da avaliação e as estatísticas descritivas. Os resultados serão apresentados em sequência, incluindo os efeitos médios do tratamento e os efeitos dinâmicos em relação ao ano do primeiro aporte de recursos para cada empresa (estudo de eventos). Por fim, serão apresentadas as considerações finais.

2. Revisão bibliográfica

Do ponto de vista da teoria econômica, a inovação realizada por uma empresa, mensurada sobretudo em termos de patentes, é tida como consequência dos seus esforços em pesquisa e desenvolvimento (P&D). No entanto, o investimento em P&D é um tipo de investimento com características diferentes do investimento convencional: a maior parte das despesas desse tipo de investimento se refere a gastos com salários de trabalhadores altamente qualificados, como engenheiros ou cientistas. Esses esforços criam um ativo intangível, que é o conhecimento acumulado da firma, a partir do qual ocorre a geração de lucros futuros. Portanto, esse conhecimento pode se perder caso os trabalhadores qualificados deixem seus postos. Uma segunda característica é o elevado grau de incerteza associado ao produto deste tipo de investimento (Hall e Lerner 2010). Além disso, como os investimentos em P&D apresentam externalidades, o seu nível tende a ser subótimo do ponto de vista social, como inicialmente formulado em Arrow (1962).

Em termos formais, um modelo que descreve a decisão da empresa de investir em P&D foi proposto por Hall e Van Reenen (2000). Segundo esse modelo, o custo do investimento em P&D (ρ) pode ser entendido como uma taxa de retorno pré-tributação em um investimento marginal que é requerida para se obter um retorno r após a tributação. Portanto, o nível de investimento de uma empresa em P&D é definido no ponto em que o seu produto marginal (PMK) iguala ρ :

$$PMK = \rho = \frac{1 - A^s - A^c}{1 - \tau} \left(r + \delta - \frac{\Delta p_p}{p_p} + CMA \right) \quad (1)$$

Nessa equação, τ é a taxa de tributação, δ é a taxa de depreciação econômica, p_p é a apreciação ou depreciação relativa do capital acumulado por P&D, CMA é um custo marginal de ajuste e A^s e A^c são, respectivamente, o valor de subsídios e de créditos tributários. Portanto, o custo de investir em P&D é percebido pela empresa como dependente de: 1) incentivos tributários; 2) taxa de depreciação econômica, que, no caso dos investimentos em P&D, pode ser entendida como obsolescência; 3) dos custos marginais de ajuste aos projetos de P&D; 4) da taxa de retorno r requerida pelo investidor. Dentre esses fatores, Lengnick-Hall (1992) e Brown *et al.* (2009) destacam a importância sobretudo do último item. Isso porque, mesmo na presença de mecanismos de apropriabilidade dos retornos de P&D, é possível argumentar que o investimento em P&D encontra dificuldades em termos de custo de capital de terceiros para seu financiamento. Isso ocorre porque tende a existir uma diferença, muitas vezes significativa, entre a taxa de retorno requerida pelo empreendedor ao investir seus próprios recursos e a taxa requerida por investidores externos. Como decorrência, projetos de investimento que dependam de acesso a capital de terceiros podem ser simplesmente inviabilizados.

Mais especificamente, a teoria econômica apresenta algumas razões pelas quais pode haver uma diferença entre o custo de capital próprio em comparação com o custo de capital de terceiros para o financiamento ao investimento em P&D. Primeiro, problemas como assimetria de informação entre o empreendedor/inventor e o investidor em relação às características e probabilidade de sucesso do projeto de inovação. Segundo, presença de risco moral advindo de uma eventual separação entre propriedade e administração do empreendimento. Por fim, considerações sobre tributação que impactam diferentemente o financiamento com recursos próprios e com recursos de terceiros (Hall e Lerner 2010).

Particularmente, os problemas associados com financiamento de investimentos em novas tecnologias são mais evidentes para novas entrantes e *startups* (Hall e Lerner 2010). Essas são empresas jovens, de pequeno porte e caracterizadas por serem intensivas em atividades de P&D. Contudo, para além daqueles já descritos, esse segmento de empresas apresentam problemas adicionais, como a menor disponibilidade de colateral que possa ser usado como garantias diante de empréstimos e menor volume de lucros retidos, que poderiam ser utilizados como fonte interna de financiamento ao P&D. Portanto, políticas convencionais de subsídios e incentivos tributários a atividades de P&D podem ser insuficientes para atender as

suas necessidades. No caso de países desenvolvidos, existe um segmento privado de capital de risco¹ voltado a esse apoio. Por outro lado, países em desenvolvimento tendem a ter mais severos problemas informacionais e de incompletude de mercados, o que acaba por limitar o surgimento de fontes privadas de capital de risco. Como decorrência, há espaço para atuação pública na direção de estruturar essa forma de apoio visando a atuação junto ao segmento de *startups* e ao mesmo tempo desenvolver o próprio mercado de capitais privado (OCDE 1997; Banco Mundial 2010).

Em geral, políticas de fomento ao capital de risco ocorrem por meio de fundos mútuos de investimento. Nessa modalidade, diferentes investidores (públicos ou privados) subscrevem uma quantia de capital no fundo, ao passo que um gestor se responsabiliza por gerir a totalidade dos recursos, sendo remunerado por uma taxa de administração mais uma taxa de desempenho. O gestor se responsabiliza por atrair investidores para o fundo, selecionar empresas a serem investidas, adotar práticas de governança, agregar valor aos ativos investidos por meio da sua gestão financeira e operacional, assim como propiciar retornos financeiros para a base de quotistas.

As políticas públicas voltadas a fomentar o financiamento às empresas via capital de risco visam mitigar o efeito de potencial restrição de crédito derivada do risco associado a esses negócios e contribuir para sua sobrevivência e crescimento. Elas agem de duas maneiras simultâneas. Em primeiro lugar, os aportes de capital provêm as empresas de recursos necessários aos seus investimentos. Em segundo lugar, os gestores do fundo podem monitorar diretamente as empresas investidas. As *startups* costumam ser dirigidas por empresários-pesquisadores especialistas nos seus ramos de atividade, mas com limitado conhecimento sobre gestão, o que pode prejudicar a sobrevivência dos seus empreendimentos (United Nations 2009). Portanto, esse monitoramento pode mitigar os problemas de assimetria de informação associados a esses negócios, o que reduz o custo marginal dos investimentos em P&D. Dessa maneira, as políticas de fomento ao capital de risco têm o objetivo tanto de incentivar o crescimento de *startups*, como também de incentivar suas atividades inovadoras.

¹ No mercado de capitais, é denominado de capital de risco (ou *venture capital*) o investimento negociado privadamente em participações em empresas não listadas em bolsa de valores (BNDES 2015). Dentre suas modalidades, cabe destacar o capital semente (*seed capital*), voltado a empresas de pequeno porte ou pré-operacionais, com forte perfil inovador.

Nas últimas décadas, consolidou-se uma literatura internacional que procurou avaliar impactos do acesso a fundos de capital de risco sobre as empresas investidas.² Por meio de métodos econométricos que procuram controlar o viés de seleção ao recebimento dos aportes de recursos, como o pareamento por escore de propensão, essa literatura verifica consistentemente uma relação positiva entre o acesso ao capital de risco e medidas de sobrevivência e crescimento das empresas (Engel e Keilbach 2007; Caselli *et al.* 2009; Puri e Zarutskie 2012; Bernstein *et al.* 2016). Essas medidas incluem o emprego, o faturamento e o número de entrantes nos mercados.

Os estudos que procuraram efeitos do acesso ao capital de risco sobre resultados de inovação nas empresas (geralmente mensurados em número de patentes) tendem a observar resultados mistos. Essa literatura costuma utilizar métodos de avaliação baseada em variações exógenas – como experimentos naturais ou estimações com variáveis instrumentais – para buscar diferenciar a direção da causalidade entre esses fatores. Isto é, se as firmas com mais patentes têm maior propensão a receber aportes de recursos, ou se esses aportes fomentam o potencial inovador dessas empresas. Kortum e Lerner (2000) verificou, com base em um experimento natural de mudança institucional em 1979, que autorizou aportes de fundos de pensão em capital de risco, que aumentos das atividades desses fundos aumentam concessões de patentes nos setores econômicos norte-americanos. Esse estudo foi replicado por Hirukawa e Ueda (2008), que verificaram efeitos positivos em patentes e na produtividade do trabalho, mas não na produtividade total dos fatores. Chemmanur *et al.* (2011) verificou efeitos positivos e crescentes ao longo do tempo do capital de risco na produtividade total dos fatores das empresas investidas, mas não pôde diferenciar os efeitos derivados da seleção de projetos dos efeitos derivados das atividades de monitoramento. Bernstein *et al.* (2016) verificou efeitos positivos similares baseados na variação exógena relacionada à abertura de novas rotas aéreas nos Estados Unidos que reduziram o tempo de deslocamento e facilitaram as visitas das empresas gestoras de capital de risco nas empresas investidas. Outros estudos observam resultados inversos: os fundos de capital de risco escolhem firmas inovadoras para investir, mas os impactos após o aporte de recursos não são significativos nesse sentido, indo na direção da comercialização dos novos produtos (Hellmann e Puri 2000; Popov e Roosenboom 2012; Lahr e Mina 2013).

² Revisões bibliográficas gerais dessa literatura foram elaboradas por Da Rin *et al.* (2013), Rigby e Ramlogan (2013) e Lerner e Nanda (2020).

Os estudos que buscaram avaliar a efetividade de fundos mútuos de capital de risco com participação do setor público são relativamente escassos. Lerner (2000) verificou efeitos positivos do *Small Business Innovation Research* sobre o crescimento do emprego e do faturamento de empresas americanas. Cumming (2007) verificou efeitos positivos do *Innovation Investment Fund*, da Austrália, no investimento, provisão de monitoramento e valor adicionado das empresas investidas, ainda que não tenha utilizado metodologia que controla o viés de seleção ao apoio. Collewaert *et al.* (2008) observou que fundos mútuos foram efetivos para fomentar o emprego, o valor adicionado e a arrecadação de impostos pelas empresas apoiadas na região do Flandres, na Bélgica. Navarro (2018) comparou empresas apoiadas pelo *Seed Capital Program*, operado pelo CORFO (Chile) com empresas que submeteram projetos, mas que não receberam apoio. Observou resultados positivos sobre entrantes nos mercados, crescimento e sobrevivência das empresas apoiadas. Estudos que utilizaram como grupo de controle empresas que foram apoiadas por fundos privados de capital de risco – isto é, que não são restritas a crédito – observaram resultados negativos ou nulos do apoio via fundos mútuos sobre sobrevivência, crescimento e inovação das empresas apoiadas. Exemplos desses estudos são Brander *et al.* (2010) para o caso do Canadá, e Grilli e Murtinu (2014) para diversas iniciativas na União Europeia.

No Brasil, não foi verificado nenhum estudo econométrico sobre avaliações de efeitos de fundos de capital de risco sobre as empresas investidas, e tampouco foram encontradas avaliações de políticas de inovação que focalizaram micro e pequenas empresas nascentes. Para que se tenha alguma base de comparação nessa dimensão, foram levantados estudos que buscaram efeitos de outros tipos de políticas de apoio à inovação sobre variáveis que são o foco da presente avaliação, como o crescimento da empresa em termos de pessoal ocupado, pessoal dedicado às atividades de pesquisa e desenvolvimento (Potec) ou sobre o depósito de patentes. É importante destacar que essas políticas de inovação têm foco em empresas maiores e com mais tempo de mercado do que aquelas que são foco de fundos mútuos de capital de risco. Portanto, todas essas iniciativas devem ser vistas como complementares dentro da política nacional de inovação. As avaliações levantadas adotaram metodologias semelhantes, que incluíram o pareamento por escore de propensão com técnicas de estimação para dados em painel, baseadas em efeitos fixos ou por diferenças em diferenças. De forma geral, as avaliações convergiram em observar que as políticas de inovação tendem a verificar resultados positivos sobre o crescimento e o

esforço das empresas em inovar. Contudo, poucos trabalhos procuraram efeitos de segunda ordem, relacionados com os resultados de inovação em termos de patentes. Isso certamente se deve às próprias limitações das escolhas metodológicas feitas, uma vez que esses métodos, se por um lado buscam controlar o viés de seleção ao apoio com base em variáveis observáveis ou por efeitos fixos no tempo, por outro lado têm limitações para verificar efeitos de longo prazo, ou para lidar com problemas relacionados a um tratamento escalonado ao longo do tempo.

Desses estudos, alguns avaliaram o impacto de políticas indiretas de apoio à inovação, isto é, por meio de incentivos fiscais. Kannebley Júnior e Porto (2012) verificaram impacto positivo da Lei do Bem sobre o pessoal ocupado ligado à P&D (Potec). O mesmo estudo replicou o exercício para avaliar a Lei de TI, mas não verificou efeito significativo. Shimada *et al.* (2014) e Kannebley Júnior *et al.* (2016) verificaram impactos positivos da Lei do Bem sobre a Potec de firmas pertencentes ao setor da indústria de transformação, com algumas variações subsetoriais. Santana (2017) verificou impacto positivo da Lei do Bem sobre o Potec das firmas apoiadas, com tendência de efeitos menores nos anos mais recentes. Zucoloto (2010) verificou impacto positivo da Lei de Propriedade Intelectual sobre os depósitos de patentes das firmas brasileiras, sendo maior nas firmas de grande porte.

Em relação às avaliações de políticas de provisão de financiamento à inovação (denominadas políticas diretas de apoio), foram identificados trabalhos que enfocaram programas de apoio operados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). De Negri *et al.* (2008a, 2008b e 2009) avaliaram efeitos do Desenvolvimento Tecnológico da Empresa Nacional (ADTEN) e do Fundo Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDTC) sobre o pessoal ocupado nas firmas beneficiadas. Foram verificados efeitos positivos do ADTEN, porém, para o FNDCT, os efeitos foram não significativos. No caso dos depósitos de patentes, o resultado se inverte: há significância para o FNDTC, mas não para o ADTEN. Alvarenga (2012) verificou impacto positivo no pessoal ocupado nas firmas apoiadas pelos fundos setoriais da Finep. No caso do Potec, o efeito estimado teve tendência de crescimento ao longo do tempo até quatro anos após o tratamento. Araújo *et al.* (2012) verificaram efeitos positivos dos fundos setoriais sobre o pessoal ocupado e no Potec, com tendência de crescimento ao longo do tempo até quatro anos após o tratamento para ambas variáveis. Rauen *et al.* (2018) também verificou impacto positivo no Potec das firmas apoiadas pelo crédito direto da Finep.

3. Os fundos Criatec

O Criatec é uma marca de fundos mútuos de investimento em capital de risco em que o BNDES é o principal investidor, iniciada em 2007. Mais especificamente, o fundo opera na modalidade de capital semente, sendo o primeiro fundo brasileiro de âmbito nacional a operar nessa modalidade. Seu foco é voltado a micro e pequenas empresas (MPes) com limite de R\$ 16 milhões de faturamento no ano anterior ao apoio, principalmente aquelas nascentes e com capacidade de crescimento baseada no desenvolvimento tecnológico. Ao todo, o programa Criatec teve três edições desde o seu início.

Os objetivos do Criatec são (BNDES 2015):

- Capitalizar MPes nascentes;
- Prover apoio gerencial adequado e próximo às empresas investidas, assim como contribuir para a disseminação de boas práticas financeiras junto às mesmas;
- Desenvolver gestores locais especializados em empresas inovadoras;
- Fortalecer o ecossistema brasileiro de inovação, ao projetar produtos desenvolvidos localmente para o mercado nacional;
- Fomentar o crescimento e a diversificação da base de investidores em capital de risco no Brasil, com a participação de agências e de bancos regionais de desenvolvimento;
- Desenvolver empresas de alta tecnologia no Brasil, mesmo em locais de menor atividade econômica.

Cada fundo da série possui um gestor privado nacional responsável pela seleção de oportunidades de investimento, estruturação das operações e acompanhamento das empresas investidas. Também cabe ao gestor nacional a decisão de desinvestimento, na qual o fundo é remunerado por meio da venda de suas participações nas empresas. Em resumo, cabe ao gestor nacional selecionar as melhores propostas, coordenar os esforços regionais, homogeneizar análises e estudos, desenvolver processos, prover relatórios mensais para investidores e buscar sinergias comerciais e tecnológicas dentro da carteira de investimento.

Além do gestor nacional, o Criatec conta com a presença de gestores em escritórios regionais. Os gestores locais encontram-se diretamente conectados aos ecossistemas locais de inovação, sendo responsáveis por fazer visitas a universidades, incubadoras, aceleradoras e parques tecnológicos, assim como promover eventos locais sobre empreendedorismo e inovação. Em relação às operações do Criatec, os gestores locais têm dois papéis fundamentais. Em primeiro lugar, identificar as melhores oportunidades de investimentos dentre as propostas recebidas, auxiliar os proponentes a elaborar relatórios de investimento e submetê-los para o gestor nacional. Em segundo lugar, acompanhar o dia a dia das empresas investidas via visitas e reuniões semanais ou quinzenais, de modo a proporcionar auxílio para melhoria da governança e gestão.

Os investidores são responsáveis pelo aporte de recursos nos fundos e fazem processo seletivo para a escolha dos gestores nacionais. Os investidores são, basicamente, a BNDESPAR e parceiros. No Criatec I, o único parceiro foi o Banco do Nordeste. No Criatec II, foram incluídos outros bancos de desenvolvimento e agências de fomento locais. No Criatec III, foram incluídos investidores privados.

As empresas investidas são os beneficiários diretos do Criatec. O processo de seleção dessas empresas depende do recebimento dos seus planos de negócios pelo gestor nacional. Todos os planos são analisados pela equipe de gestão do fundo, e as melhores propostas, sob a ótica de políticas de investimento, recebem a aprovação do Comitê de Investimentos para o aporte dos recursos. Os recursos são disponibilizados com o objetivo de acelerar o crescimento das firmas investidas, principalmente para o crescimento da produção e para o desenvolvimento da distribuição comercial (Silva e Diagini 2015). A liberação dos recursos nas empresas selecionadas ocorre em etapas (*tranches*), de modo a incentivar ganhos de práticas de governança sobre as empresas investidas e diminuir os riscos do fundo como um todo.

No período de 2008 a 2021, o programa beneficiou 106 empresas investidas, com investimentos no total de R\$ 408,1 milhões em valores de 2021. As especificidades de cada uma das linhas encontram-se representadas no Quadro 1.

	Criatec I	Criatec II	Criatec III
Período de investimentos	2008 a 2011	2014 a 2019	2017 a 2021
Empresas apoiadas	36	35	35
Investimentos (R\$ milhões de 2021)	130,5	152,0	125,6
Setores com empresas apoiadas	Agronegócios, biotecnologia, energia, manufatura, Telecom, T.I. e outros.	Agronegócios, biotecnologia, logística, manufatura, meio ambiente, Telecom, T.I. e outros.	Agronegócios, educação, serviços, T.I. e outros.
Elegibilidade	Faturamento líquido inferior a R\$ 6 milhões (no ano imediatamente anterior à capitalização do Fundo)	Faturamento líquido inferior a R\$ 10 milhões (no ano imediatamente anterior à capitalização do Fundo)	Faturamento líquido inferior a R\$ 12 milhões (no ano imediatamente anterior à capitalização do Fundo).
Condições financeiras	No mínimo 25% do patrimônio do Fundo investido em empresas com faturamento de até R\$ 1,5 milhão; no máximo 25% do patrimônio do fundo investido em empresas com faturamento entre R\$ 4,5 milhões e R\$ 6 milhões; valor de investimento por empresa limitado a R\$5 milhões.	Cada empresa receberia, no máximo, R\$ 6 milhões: até R\$ 2,5 milhões no primeiro investimento e até R\$ 3,5 milhões em rodadas subsequentes de investimento; no mínimo 25% do patrimônio do Fundo investido em empresas com faturamento de até R\$2,5 milhões.	No mínimo 25% do portfólio do Fundo deverá ser investido em empresas com receita operacional líquida anual inferior a R\$ 3 milhões (US\$ 1.14 milhões), no ano imediatamente anterior à aprovação do investimento pelo Fundo; o valor máximo de investimento por empresa, em uma primeira capitalização, será de R\$ 3 milhões (US\$ 1.14 milhões). Poderão ocorrer outras capitalizações pelo Fundo em algumas das empresas investidas, podendo o(s) investimento(s) adicional(is), por empresa, atingir até mais R\$ 4 milhões (US\$ 1.51 milhões), limitados a um total de R\$ 7 milhões (US\$ 2.65 milhões)
Investidores e participação no capital comprometido	BNDESPAR e BNB.	BNDESPAR, BNB, BDMG, BRB, BADESUL e Bozano Investimentos.	BNDESPAR, AFEAM, BADESUL, BANDES, BDMG, BRDE, FAPEMIG, FOMENTO PR, VALID S/A, Inseed Investimentos Ltda., outros investidores privados.
Gestor nacional	Antera Gestão de Recursos e Inseed Investimentos (consórcio).	Bozano Investimentos.	Inseed Investimentos Ltda.

Quadro 1 - características dos fundos Criatec

Fonte: elaboração própria.

O valor investido e o número de empresas apoiadas por ano e linha Criatec encontram-se representados na tabela a seguir. O ano com mais investimentos foi 2017, com um total de R\$ 54,3 milhões, sendo que R\$ 36,3 milhões corresponderam ao Criatec II, e R\$ 17,9 milhões corresponderam ao Criatec III. Naquele ano, um total de 13 empresas foram apoiadas. O *ticket* médio no período – entendido como a razão entre o valor investido e o número de empresas apoiadas – foi de R\$ 3,9 milhões.

Tabela 1 - Valor investido (R\$ milhões) e número de operações por fundo Criatec e ano (2008-2021)

Ano do Investimento	Fundos	Empresas apoiadas	Valor investido (R\$ milhões)	<i>Ticket</i> médio (R\$ milhões)
2008	Criatec I	6	24,8	4,1
2009	Criatec I	9	37,1	4,1
2010	Criatec I	6	20,9	3,5
2011	Criatec I	9	28,8	3,2
2012	Criatec I	6	18,8	3,1
2013	-	-	-	-
2014	Criatec II	1	5,4	5,4
2015	Criatec II	12	44,1	3,7
2016	Criatec II	7	46,3	6,6
2017	Criatec II e III	13	54,3	4,2
2018	Criatec II e III	10	29,3	2,9
2019	Criatec II e III	12	37,6	3,1
2020	Criatec III	7	30,3	4,3
2021	Criatec III	8	30,4	3,8
TOTAL	-	106	408,1	3,9

Fonte: elaboração própria.

Devido à falta de bases de dados nacionais específicas de *startups*, cabe destacar que o atingimento dos objetivos específicos do Criatec é de difícil avaliação. Por isso, o presente artigo focará nos objetivos mais gerais de uma política de apoio ao capital semente, isto é, o crescimento da *startup* e seus esforços e resultados em termos de inovação.³ Essas questões limitam o escopo da presente avaliação, uma vez que aspectos referentes a detalhes do desenho do Criatec não podem ser avaliadas. Tampouco há dados

³ A sobrevivência da *startup* também é uma questão fundamental em relação ao fomento ao capital semente. Contudo, não se pode incorporá-la no presente trabalho não apenas devido à raridade desse evento entre as empresas apoiadas, como pela escassez de informações entre as empresas do grupo de controle.

sobre o valor financeiro das *startups* incluídas na amostra de tratados e de controles, ainda que essa seja uma dimensão relevante relacionada com o desenho da intervenção.

Nesse contexto, são esperados os seguintes efeitos dos fundos Criatec nas empresas investidas:

- i. o programa tende a impactar a sobrevivência da empresa e promover o desenvolvimento de condições para seu crescimento, tanto por meio de aporte de recursos como pelo apoio a atividades de gestão;
- ii. o programa, ao fomentar o crescimento da empresa, permite o desenvolvimento dos seus esforços inovativos, identificados como investimentos em P&D. Como não há dados de investimento direto em P&D por parte de *startups* no Brasil, optou-se por utilizar uma variável *proxy* – o pessoal ocupado em P&D (Potec); e
- iii. o programa, ao fomentar os esforços inovativos das empresas, em um horizonte adequado de tempo, gera resultados em termos de inovação, mensurados em número de patentes.

4. Metodologia

A avaliação do impacto dos fundos Criatec sobre as empresas investidas traz dois importantes desafios. Em primeiro lugar, o tratamento é escalonado ao longo do tempo, uma vez que as empresas receberam apoio entre os anos de 2008 e 2021. Em segundo lugar, os efeitos do tratamento podem ser dinâmicos e variarem de acordo com o período desde a exposição ao tratamento. Por exemplo, os efeitos do apoio sobre os pedidos de patentes pela empresa podem ter alguma defasagem em relação ao primeiro aporte de recursos, já que podem refletir os resultados de seus esforços de inovação.

Como os dados utilizados nesta avaliação formam um painel longo e com tratamentos escalonados ao longo do tempo, faz sentido utilizar uma especificação do modelo de diferença em diferenças que permita capturar efeitos dinâmicos do tratamento.⁴ Para levar em conta essas característi-

⁴ Artigos recentes propõem formas de favorecer a estimação de efeitos não viesados a partir de modelos do tipo estudo de eventos (De Chaisemartin e D'Haultfoeuille 2020; Callaway e Sant'Anna 2021; Sun e Abraham 2021; Borusyak, Jaravel e Spiess 2021; Goodman-Bacon 2021).

cas, o presente trabalho optou pelo método desenvolvido por Callaway e Sant'Anna (2021). Os autores desenvolvem uma metodologia de estimação do efeito médio do tratamento para casos em que há heterogeneidade arbitrária do efeito do tratamento entre as unidades tratadas e/ou efeitos dinâmicos do tratamento para todas as unidades.

O ponto de partida desse método é agrupar as *startups* de acordo com o ano em que receberam o tratamento. Particularmente, o presente trabalho considerou como tratadas as firmas a partir do ano do primeiro aporte de recursos do fundo, e esse *status* foi mantido até o final do painel. O momento do tratamento foi assim definido com base na hipótese de que as *startups* têm necessidade de contar com recursos externos para viabilizar seus investimentos.⁵ O modelo desenvolvido parte da identificação de um parâmetro causal desagregado do efeito do tratamento (*group-time average treatment effect*), que equivale a um parâmetro para cada *coorte g* de unidades tratadas – identificada pelo ano inicial de tratamento. Assim, o método busca estimar um impacto do tratamento para cada *coorte* de ano do início do tratamento *g* e para cada período *t*, num arcabouço de diferença em diferenças. Além disso, o estimador proposto é suficientemente flexível para permitir que esses impactos sejam agregados individualmente para o total de cada uma dessas dimensões. Ainda, nesse arcabouço, os grupos de controle podem ser compostos por indivíduos *nunca tratados* ou por indivíduos *ainda não tratados*.⁶ Por fim, assim como o método de diferença em diferenças tradicional, o estimador proposto permite controlar para características não observáveis fixas no tempo das unidades dos dois grupos de comparação, o que reduz distorções provocadas por viés de seleção.

Para cada par de *coorte*-período, o estimador utiliza variáveis observáveis dos grupos de tratamento e de controle para tornar este último grupo mais semelhante ao primeiro em termos da probabilidade de receber o tratamento, isto é, do escore de propensão ao tratamento, definida por $P_g(X)$.

⁵ Essa estratégia de identificação do tratamento é relativamente comum na literatura internacional que estuda efeitos do acesso ao capital de risco por empresas (Cumming 2007; Caselli *et al.* 2009; Brander *et al.* 2010; Chemmanur *et al.* 2011; Grili e Murtinu 2012), já que dados completos sobre o fluxo de apoios pelos fundos são escassos e dependentes de pesquisas primárias junto aos fundos e às empresas.

⁶ O grupo sempre tratado é excluído como amostra contaminada, uma vez que sua inclusão pode distorcer os efeitos estimados da intervenção. De forma análoga, a metodologia aqui proposta assume a hipótese de que o tratamento é irreversível. Logo, os efeitos das decisões de desinvestimentos pelos gestores nacionais dos fundos não são considerados. Entretanto, como os desinvestimentos se concentraram nas primeiras empresas apoiadas, e foram realizados sobretudo nos anos mais recentes, sugere-se que o controle por *coorte* de tratamento seja capaz de evitar quaisquer distorções nos resultados.

Formalmente, denota-se o efeito médio do tratamento para empresas que pertencem à *coorte* g no período t como:

$$ATT(g, t) = E \left[\left(\frac{G_g}{E[G_g]} - \frac{\frac{P_g(X)C}{1 - P_g(X)}}{E \left[\frac{P_g(X)C}{1 - P_g(X)} \right]} \right) (Y_t - Y_{g-1}) \right] = E[(w_g^G - w_g^C)(Y_t - Y_{g-1})] \quad (2)$$

$$= E\{w_g^G(Y_t - Y_{g-1})|G_g = 1\} - E\{w_g^C(Y_t - Y_{g-1})|C = 1\}$$

Nessa equação Y_t e Y_{g-1} representam, respectivamente, a variável de resultado em t e no ano imediatamente anterior ao início do tratamento para a *coorte* g . A diferença entre esses valores é calculada separadamente para cada *coorte* g e para o seu respectivo grupo de controle. Os elementos do primeiro termo podem ser entendidos como pesos atribuídos respectivamente aos grupos de tratamento e de controle, cujas somas são normalizadas para serem iguais a 1. No caso do grupo de controle, os pesos refletem a probabilidade normalizada de cada *startup* receber o apoio, sendo maiores para aquelas com características X que são mais frequentemente observadas na *coorte* g . Com isso, o efeito médio do tratamento para cada par de *coorte*-período de tratados é estimado e pode ser agrupado de modo a gerar estimativas dos efeitos ao longo do tempo antes e após o tratamento. Os parâmetros específicos estimados podem ser agregados para a construção de outros parâmetros que indicam as relações de causalidade entre o tratamento e o seu efeito por *coorte* e por período. No caso do Criatec, como poucas empresas foram apoiadas em cada ano, a dimensão *coorte* é demasiadamente restrita para que se estime efeitos consistentes. Assim, a dimensão temporal de interesse na presente avaliação é o tempo decorrido entre o primeiro aporte de recursos nas empresas apoiadas. Para um tempo decorrido igual a $e = t - g + 1$, o efeito agregado do tratamento nessa dimensão é:

$$\tilde{\theta}_D = \sum_{g=2}^{\tau} \sum_{t=2}^{\tau} 1\{e = t - g + 1\} ATT(g, t) P(G = g|e = t - g + 1) \quad (3)$$

Nessa equação, $1\{e = t - g + 1\}$ tem valor igual a 1 quanto o tempo decorrido desde o primeiro aporte de recursos é igual a e , e valor 0 caso contrário. O termo $P(G = g|e = t - g + 1)$ é a proporção de empresas tratadas no grupo g no ano e . O parâmetro $\tilde{\theta}_D$ é o estimador de estudo de eventos (*event-study*), e equivale ao efeito médio do Criatec para as empresas trata-

das em e anos após o primeiro aporte de recursos. Portanto, o efeito médio agregado do tratamento para toda a dimensão de tempo é definido por:

$$\theta_D = \frac{1}{\tau - 1} \sum_{e=1}^{\tau-1} \tilde{\theta}_D(e) \quad (4)$$

A hipótese central que fundamenta o estimador proposto nesta metodologia é que o grupo de controle forneça a trajetória da média da variável de resultado após o tratamento para os grupos tratados caso esses não tivessem sido tratados (Corseuil *et al.* 2021). Em outras palavras, o grupo de controle deve representar o contrafactual para os grupos de tratamento na ausência do programa. Como a estratégia de seleção amostral do estudo resultou em pouca heterogeneidade pré-tratamento em variáveis observáveis, foi adotada uma hipótese de tendência paralela não condicional. A validade desta hipótese pode ser obtida por meio da semelhança das trajetórias das médias da variável de resultado para os grupos tratados e de controle antes do início do tratamento, para cada *coorte* tratada.

O principal problema para medir efeitos causais do Criatec é a presença de um possível viés de seleção na amostra de tratados, dado que os gestores do fundo tendem a selecionar empresas com potencial de geração de retorno aos investidores. Para tentar reduzir este viés, optou-se por restringir o grupo de controle a firmas elegíveis ao apoio. Esse grupo foi obtido pela identificação das firmas que submeteram planos de negócios aos gestores dos fundos, mas que não foram selecionadas para receber apoio.⁷

Como o Criatec é um programa destinado a empresas nascentes, as estimações feitas consideraram um painel desbalanceado de dados. Se a avaliação se restringisse a um painel balanceado, a maior parte da amostra de empresas seria descartada, e os resultados trariam distorções em relação à população. O grupo de controle incluiu tanto as empresas nunca apoiadas pelo Criatec como aquelas ainda não apoiadas, considerando a amostra de

⁷ Essa estratégia de definição do grupo de controle também foi adotada por outras avaliações de políticas de capital de risco, como Lerner (2000) e Navarro (2018). Cabe destacar que, dada a forma de seleção de projetos no Criatec, com base na decisão do seu gestor nacional com base na apresentação dos planos de investimentos de cada empreendedor, é provável que as firmas selecionadas tenham apresentado projetos mais consistentes e consolidados e, portanto, obtivessem resultados econômicos superiores às firmas não selecionadas. Como não se dispõe de dados sobre a qualidade do plano de investimento, a causalidade dos efeitos estimados do apoio são dependentes da hipótese de que esses efeitos individuais são fixos no tempo – referentes ao conhecimento de cada empreendedor dentro do seu ramo de atividade – e passíveis de ser controlados em um contexto de diferença em diferenças.

empresas elegíveis. Essa escolha foi feita com objetivo de se contar com o maior número de controles possível em cada estimação.

5. Bases de dados

5.1. Fontes de dados

Foram usadas diversas fontes de dados para esta avaliação. Para identificar as firmas tratadas, foram usados dados do BNDES das empresas investidas pelo Criatec no período 2008-2020. De outro lado, para a obtenção de um grupo de controle, buscou-se identificar um grupo de empresas elegíveis ao apoio pelo Criatec, mas que não receberam investimentos. Para isso, obteve-se, junto aos gestores dos três fundos, planilhas contendo um conjunto de empresas que submeteram propostas aos mesmos, mas acabaram não sendo selecionadas.

Assim, a base de dados de análise continha 106 empresas apoiadas pelo Criatec – sendo que 97 receberam aporte de recursos no período coberto pelos dados – e 1.037 firmas que submeteram planos de negócios aos gestores dos fundos, mas que não foram selecionadas para o aporte de recursos, para as quais foi possível encontrar o CNPJ. Essas firmas constituem o grupo de controle da presente avaliação.

Para obter os dados das variáveis de resultados, a principal fonte de dados para a presente avaliação é a Relação Anual de Informações Sociais (Rais), do Ministério do Trabalho e Previdência (MTP). A Rais é um registro administrativo do governo federal e consiste na principal fonte de informação sobre o mercado de trabalho formal brasileiro. O presente trabalho utilizou as bases da Rais referentes aos anos de 2007-2020, que forneceu as variáveis utilizadas nos modelos econométricos. Todas as variáveis medidas em unidades monetárias foram trazidas para valores de 2021 por meio de um deflator anual ajustado pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

Para identificar o impacto do Criatec sobre os resultados de inovação das empresas apoiadas, foram levantados dados de pedidos e de concessões de patentes a partir das Revistas da Propriedade Industrial (RPI) publicadas semanalmente pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Tais publicações contêm todos os despachos associados aos serviços de registro prestados pelo INPI.

O processo de montagem da base se dividiu em 3 etapas:

1. Coleta dos metadados (número e data da publicação das RPIs) e *download* das RPIs disponíveis no site do INPI;
2. Processamento das RPIs usando expressões regulares (RegEx), para correção de erros de digitação simples e uniformização do formato dos documentos. No formato padronizado, cada bloco de texto separado por quebra de linha representa uma variável de um processo (por exemplo, identificação do depositante). Cada conjunto de blocos de texto de interesse encabeçado por um código de despacho padronizado representa um processo; e
3. Filtragem dos processos de interesse, associados a pedidos e concessões de patentes de empresas com estabelecimentos no Brasil, apuração da quantidade de pedidos e concessões anuais por depositante e gravação da base estruturada, com uma linha por depositante.

Em seguida, foi feito o cruzamento dessa base com a RAIS a partir da razão social do depositante para obtenção do CNPJ da empresa. Dada a constatação de falta de padronização na identificação dos depositantes, foi adotado um procedimento de *fuzzy join* entre as duas bases, consistindo na apuração da distância de Jaro-Winkler (usando $p = 0,2$) entre as razões sociais nas duas bases e selecionado como *match* o primeiro registro com distância inferior a 0,015. A inspeção de uma amostra dos registros identificados mostrou que esse parâmetro reduz os *matches* incorretos sem perder muitos registros por erro de digitação ou padronização.

As variáveis de interesse escolhidas pela presente avaliação buscam mensurar o impacto do Criatec sobre as firmas beneficiadas em termos de crescimento e inovação. Por isso, foram estimados os efeitos do apoio pelo Criatec sobre as seguintes variáveis:

Tabela 2 - variáveis de resultado

Variável	Descrição
Massa salarial	Logaritmo da soma das remunerações (em R\$) em dezembro.
Número de empregados	Logaritmo do número de empregados com vínculo ativo em 31/12 em todos os estabelecimentos pertencentes ao Radical do CNPJ.
Patentes concedidas	Logaritmo do estoque de concessões de patentes da firma junto ao INPI.
Patentes pedidas	Logaritmo do estoque de pedidos de patentes da firma junto ao INPI.
Pessoal ocupado em pesquisa e desenvolvimento (Potec)	Logaritmo do número de empregados com vínculo ativo em 31/12 ocupados em atividades de pesquisa e desenvolvimento em todos os estabelecimentos pertencentes ao Radical do CNPJ.

Fonte: elaboração própria com base na Rais e INPI.

5.2. Estatísticas descritivas

Esta seção apresenta as estatísticas descritivas dos dados. As firmas analisadas são predominantemente jovens e de micro ou pequeno porte. 66% das firmas do grupo de tratamento e 69,3% do grupo de controle tinham até 1 ano no primeiro ano em que aparecem na Rais. Em termos de heterogeneidade de porte, um 90,6% firmas do grupo de tratamento e 92,4% das firmas do grupo de controle tinham até 9 empregados na mesma referência.

Em relação à heterogeneidade por setor, considerando-se a moda da seção do Cadastro Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) de cada empresa no período 2007-2020, a seção com maior número de empresas na base de dados é a de Informação e Comunicação (Seção J), com 49,1% das firmas tratadas e 36,5% das firmas do grupo de controle. Tal observação pode ser explicada devido à grande concentração de firmas apoiadas pelo Criatec na área de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC).

Tabela 3 - distribuição de firmas por heterogeneidades

Heterogeneidade	Categoria	Tratados	Controles
Idade	Até 1 ano	66,0%	69,3%
	2 anos ou mais	33,0%	30,0%
Porte	Até 9 empregados	90,6%	92,4%
	10 a 49 empregados	9,4%	7,6%
Setor	Agropecuária	2,8%	1,4%
	Indústria Extrativa	0,0%	0,1%
	Indústria de Transformação	25,5%	17,1%
	Água e Esgoto	0,0%	0,7%
	Construção	0,0%	1,5%
	Comércio	6,6%	14,2%
	Transporte	0,0%	0,8%
	Alojamento e Alimentação	0,0%	0,8%
	Informação e Comunicação	49,1%	36,5%
	Atividades Financeiras	1,9%	2,2%
	Atividades Imobiliárias	0,0%	0,5%
	Atividades Profissionais	9,4%	13,4%
	Atividades Administrativas	4,7%	5,1%
	Educação	0,0%	1,6%
	Saúde	0,0%	1,9%
	Cultura	0,0%	0,3%
	Outros Serviços	0,0%	2,0%
TOTAL DE EMPRESAS		106	1.037

Fonte: elaboração própria. Os dados se referem ao primeiro ano em que as empresas aparecem na Rais.

Um total de 5 empresas do grupo de tratamento (4,7% do total) e 200 empresas do grupo de controle (19,3% do total) não foram encontradas na base de Rais nos últimos dois ou mais anos do período coberto pela avaliação. Das firmas do grupo de tratamento, 4 não foram encontradas na Rais após o momento de desinvestimento por parte do fundo Criatec. Assumindo-se que os dados censurados possam ser uma *proxy* para a mortalidade, sugere-se que, devido ao baixo número de empresas apoiadas nessa situação, quaisquer efeitos de viés de sobrevivência nos resultados da estimação sejam nulos.

A tabela a seguir apresenta as estatísticas descritivas da base de dados, considerando o painel de empresas de 2007 a 2020. A variável de tratamento é o apoio do Criatec, que é uma variável binária (*dummy*) que assume valor igual a 1 a partir do ano em que a empresa recebe o primeiro aporte de recursos do Criatec.

Tabela 4 - estatísticas descritivas

Variável	Média	Desvio-padrão	Mediana	Observações
Ano de referência ao apoio	0,00	1,63	0,00	10.077
Ano do apoio	2.014,41	4,09	2.015,00	1.116
Apoio do Criatec (<i>dummy</i>)	0,06	0,23	0,00	10.077
Idade da firma (anos)	8,78	7,63	7,00	10.077
Massa salarial (R\$)	35.847,29	220.002,13	2.349,72	10.077
Número de empregados	10,40	37,38	1,67	10.077
Potec (total)	1,87	8,95	0,00	10.077
Patentes concedidas (acumulado)	0,01	0,13	0,00	10.077
Patentes pedidas (acumulado)	0,35	1,51	0,00	10.077

Fonte: elaboração própria. O ano de referência ao apoio equivale ao ano da Rais menos o ano do apoio.

6. Resultados

6.1. Efeitos do tratamento

O primeiro passo da avaliação do impacto do Criatec foi a estimação de efeitos específicos para cada combinação entre grupos de empresas pertencentes a mesma *coorte g* de ano do primeiro aporte de recursos em cada ano *t*. No horizonte coberto pela presente avaliação (2007 a 2020), isso representa um total de 168 combinações entre *g* e *t*. Diante do elevado número de estimativas, a presente seção apresenta os resultados das estimativas com foco em dois tipos de agregações dos parâmetros estimados. São apresentadas inicialmente as estimativas de impacto médio do Criatec para todo o período, para as variáveis de crescimento e inovação. Na sequência, são apresentadas as estimativas do efeito dinâmico do apoio sobre estas variáveis, para cada ano de referência desde o tratamento.

A tabela a seguir apresenta os efeitos do apoio do Criatec sobre as variáveis dependentes de interesse. Segundo as estimações do efeito médio do tratamento (*ATT*) geral no período, há evidências de um impacto positivo do Criatec nas variáveis relacionadas ao crescimento das firmas apoiadas. O programa está relacionado com um crescimento de 274,7% da massa salarial das firmas apoiadas em relação ao grupo de controle. Esse aumento da massa salarial foi acompanhado pela expansão do emprego (61,3%) nas firmas apoiadas ante o grupo de controle. Portanto, parte expressiva do efeito sobre a massa salarial foi proveniente de um crescimento das remunerações, o qual pode ser associado a um crescimento de empregos de maior qualificação, como aqueles dedicados às atividades de pesquisa e desenvolvimento (Potec). Como esses empregos de maior qualificação estão associados a maiores salá-

rios, parte do crescimento da massa salarial das empresas apoiadas em comparação com o crescimento das empresas não apoiadas pode ser explicado pelo crescimento do salário médio no primeiro grupo.

Em relação à dimensão de inovação, o Criatec está relacionado a resultados positivos tanto em indicadores de esforços de inovação, como em indicadores de resultados de inovação. Em relação aos esforços, o programa teve efeito de 21,4% no Potec. Em relação aos resultados de inovação, o programa está associado a um crescimento de 10,1% no total acumulado de pedidos de patentes. Não houve significância estatística no impacto do programa sobre o total acumulado de concessões de patentes.

Tabela 5 - Efeitos do Criatec sobre crescimento das empresas e inovação – ATT geral e estudo de eventos (2007-2020)

Evento	Empregos	Massa salarial	Patentes concedidas (ac.)	Patentes pedidas (ac.)	Potec (total)
ATT geral	0,478* (0,109)	1,321* (0,357)	0,019 (0,012)	0,096* (0,036)	0,194* (0,063)
t-6	0,077 (0,15)	0,296 (0,646)	0 (0)	-0,011 (0,007)	0,076 (0,092)
t-5	0,082 (0,124)	0,281 (0,469)	0 (0)	0,046 (0,039)	0,038 (0,077)
t-4	-0,005 (0,103)	-0,019 (0,483)	0 (0)	0,017 (0,023)	-0,046 (0,072)
t-3	0,142 (0,116)	0,897 (0,53)	0 (0)	-0,015 (0,012)	0,135 (0,062)
t-2	0,243* (0,083)	0,867 (0,423)	-0,001 (0)	-0,003 (0,02)	0,073 (0,058)
t-1	0,063 (0,082)	0,168 (0,324)	-0,001 (0)	0,034 (0,03)	0,118 (0,065)
t	0,417* (0,085)	1,52* (0,417)	-0,002* (0,001)	0,02 (0,021)	0,146 (0,061)
t+1	0,615* (0,096)	2,314* (0,442)	-0,005* (0,001)	0,049 (0,033)	0,304* (0,076)
t+2	0,613* (0,139)	1,909* (0,555)	0,011 (0,008)	0,096 (0,043)	0,296* (0,088)
t+3	0,928* (0,167)	2,459* (0,597)	0,018 (0,019)	0,121 (0,056)	0,493* (0,116)
t+4	0,692* (0,223)	1,639 (0,859)	0,043 (0,03)	0,21* (0,078)	0,241 (0,136)
t+5	0,388 (0,284)	0,959 (0,93)	0,064 (0,042)	0,25* (0,093)	0,127 (0,132)
t+6	0,402 (0,305)	0,488 (1,263)	0,018 (0,03)	0,275* (0,101)	0,115 (0,14)

Notas: variáveis dependentes em log. Desvio-padrão entre parênteses. Grupo de controle inclui empresas ainda não tratadas. * p<0.05

Fonte: elaboração própria com base nos dados do BNDES, Rais e INPI.

Em relação às variáveis de crescimento das empresas, os resultados convergiram com a literatura internacional (Lerner 2000; Engel e Keilbach 2007; Collewaert *et al.* (2008); Caselli *et al.* 2009; Puri e Zarutskie 2012). O resultado sobre o pessoal ocupado corrobora resultados semelhantes observados no Brasil para programas de apoio à inovação operados pela Finep (De Negri *et al.* 2008a, 2008b e 2009), assim como aqueles obtidos por Alvarenga (2012) e Araujo *et al.* (2012). Em relação aos resultados sobre o Potec, os resultados da presente avaliação corroboram Kannebley Júnior e Porto (2012), Kannebley Júnior *et al.* (2016) e Santana (2017), para a Lei do Bem, assim como Alvarenga (2012), Araújo *et al.* (2012) e Rauen *et al.* (2018), para o apoio via fundos operados pela Finep.

Por fim, em relação às patentes, a presente avaliação corroborou as tendências observadas por De Negri *et al.* (2008a, 2008b e 2009), em relação às políticas operadas pela Finep, e por Zucoloto (2010), em relação ao impacto da Lei de Propriedade Intelectual. Em comparação com a literatura internacional, os resultados vão na direção daqueles obtidos por Kortum e Lerner (2000), Hirukawa e Ueda (2008) e Bernstein *et al.* (2016). Contudo, na inexistência de variações exógenas que se possa utilizar como controle, não se pode afirmar conclusivamente se esses resultados se devem à seleção dos projetos com maior potencial inovador por parte dos gestores do Criatec ou como consequência do apoio do fundo via relaxamento da restrição de crédito para investimentos, assim como consultorias com os parceiros locais. A causalidade do efeito do Criatec é dependente da hipótese de tendências paralelas não-condicionais, de modo que o potencial inovador de cada projeto submetido é tido como efeito fixo individual.

A metodologia de avaliação de impacto adotada pelo presente trabalho permite a desagregação dos resultados médios ao longo dos anos desde o tratamento, de maneira a permitir a mensuração dos efeitos dinâmicos para cada variável dependente. Esse exercício, como já referido anteriormente, é denominado estudo de eventos.

O gráfico a seguir apresenta os efeitos dinâmicos do apoio do Criatec sobre as empresas que receberam aporte de recursos. Na escala horizontal, está representado o ano desde o tratamento, em que zero significa o ano do primeiro aporte.⁸ Na escala vertical, está representado a magnitude dos parâmetros estimados de efeito do tratamento.

⁸ Conforme já referido, o presente artigo considera como o único momento do tratamento o ano do pri-

Os resultados mostram que os efeitos são sempre positivos para todos os anos depois do primeiro aporte de recursos. O efeito do apoio sobre as variáveis de crescimento da firma é estatisticamente significativo a partir do mesmo ano do primeiro aporte, e se mantém por três ou quatro anos. Em relação aos indicadores de inovação, há trajetórias distintas entre o Potec e os pedidos de patentes. Enquanto, no primeiro caso, os efeitos do tratamento são estatisticamente significativos do primeiro ao terceiro ano após o primeiro aporte de recursos, com destaque para esse último, no segundo caso, os efeitos do tratamento são significativos do quarto ao sexto ano após o tratamento, com destaque para o último ano de referência. Por fim, os efeitos sobre concessões de patentes foram muito próximos de zero nos primeiros anos após o tratamento, e depois mantiveram tendência de crescimento, ainda que sem significância estatística. As trajetórias crescentes das variáveis de patentes, assim como a ausência de tendências prévias ao tratamento sugerem que os efeitos parecem decorrer do apoio do Criatec às empresas. Contudo, as evidências levantadas não são conclusivas nesse sentido.

Um ponto que deve ser destacado é que a presente análise foi realizada a partir de um painel desbalanceado de dados, e há uma relativa escassez do número de unidades do grupo de tratamento (106). Portanto, a perda de significância, assim como a trajetória descendente de alguns efeitos estimados a partir do terceiro ano após o tratamento, pode estar relacionada com a escassez de dados para as firmas em anos de referência distantes do tratamento. Outro ponto que deve ser levado em consideração é o fato de que, em um contexto de estudo de eventos, os efeitos dinâmicos mais longos podem ser impactados pelas empresas que receberam os recursos nos primeiros anos de vigência do Criatec, ao passo que aquelas apoiadas nos anos mais recentes contribuem para a estimação dos efeitos dinâmicos mais imediatos. Esse é um problema que se deve ao próprio fato de o tratamento ser escalonado, já que um número relativamente pequeno de empresas recebe apoio em cada ano, e há novas empresas recebendo apoio em quase todos os anos no período de 2008 a 2021, conforme mostrou a Tabela 1. O trabalho tentou controlar esse problema ao limitar o estudo de eventos ao intervalo de 6 anos antes até 6 anos após o tratamento.

meiro aporte de recursos do fundo Criatec para a empresa, e o tratamento é tido como permanente. A avaliação desconsidera possíveis efeitos isolados de outros aportes nas empresas.

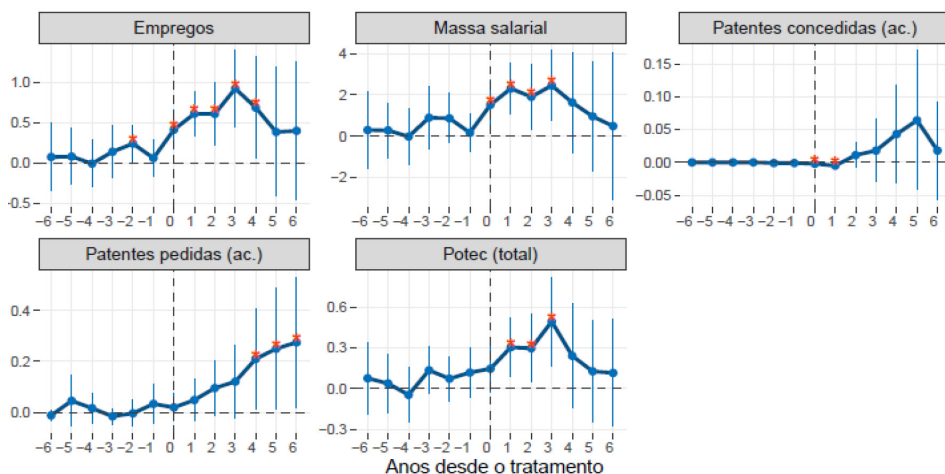


Figura 1 - Efeitos dinâmicos do Criatec sobre crescimento das empresas e inovação

Fonte: elaboração própria.

6.2. Heterogeneidades

O próximo ponto da avaliação da efetividade do Criatec se refere à heterogeneidade dos efeitos estimados de acordo com a idade e o setor das firmas. Com a avaliação por idade da firma, pretende-se testar a hipótese de que o programa foi mais efetivo para as firmas mais jovens, mais sujeitas a sofrer restrição de crédito, do que para as firmas já estabelecidas no mercado. Todas as empresas da base de dados foram classificadas em dois grupos. O primeiro grupo contém aquelas que apareceram na base pela primeira vez com até um ano de idade e o segundo grupo contém as demais empresas. Além disso, foi abordada a heterogeneidade dos efeitos estimados de acordo com o setor que as empresas integram. Com isso, pretende-se verificar se o programa foi mais ou menos efetivo para o setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC) – em que se concentra a maior parte das empresas apoiadas – do que para os demais. Esse exercício também classificou todas as empresas da base de dados em dois grupos. O primeiro grupo contém aquelas que pertencem à Seção J da CNAE (Informação e Comunicação). O outro grupo contém as pertencentes às demais Seções da CNAE. Nesses exercícios, os efeitos do Criatec por *coorte* e ano de referência ao tratamento foram reestimados, sendo restrita a amostra de empresas dos grupos de tratamento e de controle a aquelas pertencentes a cada categoria de cada heterogeneidade.

Os resultados agregados estão representados na tabela a seguir.

Tabela 6 - Efeitos do Criatec sobre crescimento das empresas e inovação em heterogeneidades de idade da empresa e setor – ATT geral (2007-2020)

Heterogeneidade	Categoria	Empregos	Massa salarial	Patentes concedidas (ac.)	Patentes pedidas (ac.)	Potec (total)
Idade da empresa	1. Até 1 ano	0,633* (0,115)	3,781* (0,391)	0,046* (0,006)	0,29* (0,051)	0,064 (0,076)
	2. 2 anos ou mais	0,364* (0,162)	0,817 (0,467)	0,013 (0,017)	0,237* (0,089)	0,115 (0,098)
Setor	Setor outro	0,295 (0,172)	0,664 (0,558)	0,027 (0,021)	0,317* (0,126)	0,169* (0,084)
	Setor TIC	0,608* (0,257)	2,474* (0,981)	-0,004 (0,006)	0,064 (0,033)	-0,057 (0,104)

Notas: variáveis dependentes em log. Desvio-padrão entre parênteses. Grupo de controle inclui empresas ainda não tratadas. * $p < 0.05$

Fonte: elaboração própria com base nos dados do BNDES, Rais e INPI.

Em relação às heterogeneidades de idade, os resultados mostram que os efeitos do apoio do Criatec foram maiores para as firmas de até 1 ano de idade do que para as demais firmas, sobretudo para as variáveis relacionadas ao crescimento da empresa. Em relação ao emprego, os efeitos foram de 88,3% para as mais jovens e de 43,9% para as demais. Em relação à massa salarial, apenas o grupo de empresas mais jovens verificou impacto estatisticamente significativo. Em relação às variáveis de inovação, verificou-se ligeira superioridade para as firmas mais jovens para os pedidos de patentes (33,6% ante 26,7%), ao passo que apenas esse grupo teve significância estatística sobre as concessões de patentes (4,7%). O efeito sobre o Potec não foi estatisticamente significativo para nenhum dos grupos. Portanto os principais impactos do programa foram o de garantir a sobrevivência de empresas nascentes e sua expansão consecutiva. Isto está claramente demonstrado na discriminação dos impactos de emprego e massa salarial, entre empresas de até 1 ano e mais de 1 ano de idade.

A Figura 2 apresenta os resultados da análise de estudo de eventos para os grupos de idade. A maior parte dos efeitos estimados é estatisticamente significativa no ano do tratamento e um ano após o mesmo. Contudo, é importante destacar que essas estimações lidam com problemas de micronumerosidade do grupo de tratamento, de modo que isso pode comprometer a significância estatística dos coeficientes estimados, mesmo nos casos em que sua magnitude é considerada elevada. Da mesma maneira, verificou-se tendência pré-tratamento negativa e estatisticamente signifi-

cativa para o pedido de patentes referente ao grupo de 2 anos de idade ou mais. Nesse caso, não se pode afirmar a causalidade do tratamento sobre a sua trajetória após o mesmo.

ATT-T – Efeito médio dinâmico do tratamento (event-study)

Painel desbalanceado. Controles = notyettreated.

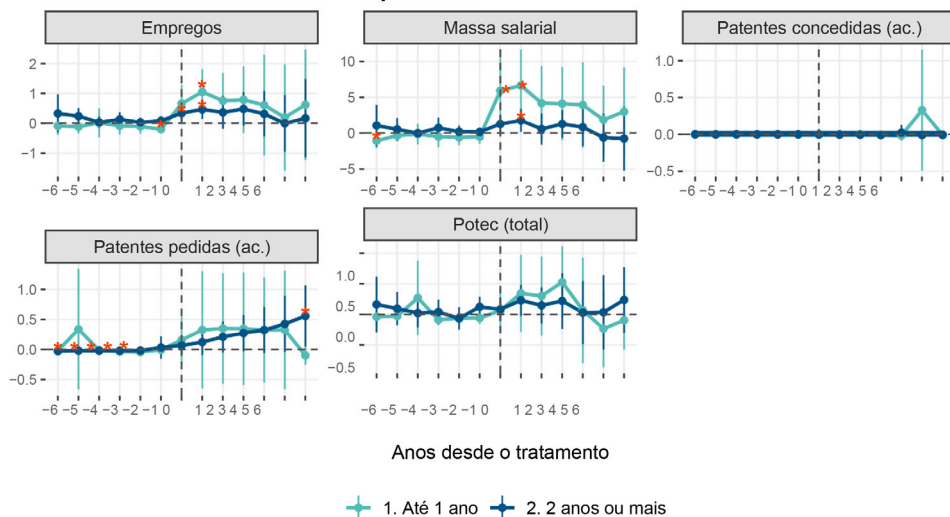


Figura 2 - Efeitos dinâmicos do Criatec sobre crescimento das empresas e inovação por idade

Notas: estimativas por anos desde o tratamento.

Fonte: elaboração própria com base nos dados do BNDES, Rais e INPI.

Em relação às heterogeneidades de setor, os resultados mostram que os efeitos do apoio do Criatec nas variáveis de crescimento da firma foram mais significativos para o setor de TIC do que para os demais. Apenas nesse setor houve significância estatística para os efeitos sobre empregos (83,7%) e massa salarial (1.087%). Por fim, em relação às variáveis de inovação, os efeitos novamente favorecem os outros setores, que concentraram a significância estatística sobre os pedidos de patentes (37,3%) e Potec (18,4%). Possivelmente, esse resultado pode ser explicado pelo fato de que os resultados de inovação do setor de TIC não estejam sendo capturados pelas variáveis de patentes disponíveis e dependerem de outros fatores (por exemplo, registros de *softwares*). Além disso, pode derivar de uma estratégia de diversificação de risco adotada pelos gestores do fundo, em que as empresas do setor de TIC, por ter maior tendência de crescimento, compensam o maior risco assumido pelo apoio às empresas de outros setores, as quais têm maior tendência à inovação. Por fim, os resultados superiores

aos pedidos de patentes em comparação com o Potec pode ser um indicativo de que decorram mais do potencial inovador dos projetos das empresas apoiadas, do que propriamente do esforço tecnológico das mesmas.

O gráfico a seguir apresenta os resultados da análise de estudo de eventos por setor. Os resultados mostram que, em geral, os efeitos significativos são relacionados às variáveis de crescimento da firma. Para essas variáveis, os efeitos se concentram no primeiro ano após o tratamento para o setor de tecnologia da informação e comunicação, e tanto no ano do tratamento como no ano imediatamente posterior no caso dos demais setores. No caso das variáveis de inovação, houve muita dispersão dos efeitos estimados ao longo do tempo, o que dificultou a significância estatística dos coeficientes. Contudo, a trajetória dos demais setores se mostrou superior à trajetória das empresas do setor de TIC, sobretudo no caso dos pedidos de patentes. Verificou-se tendência pré-tratamento negativa e estatisticamente significativa para o pedido de patentes referente às empresas do grupo de outros setores. Nesse caso, não se pode afirmar a causalidade do tratamento sobre a sua trajetória após o mesmo.

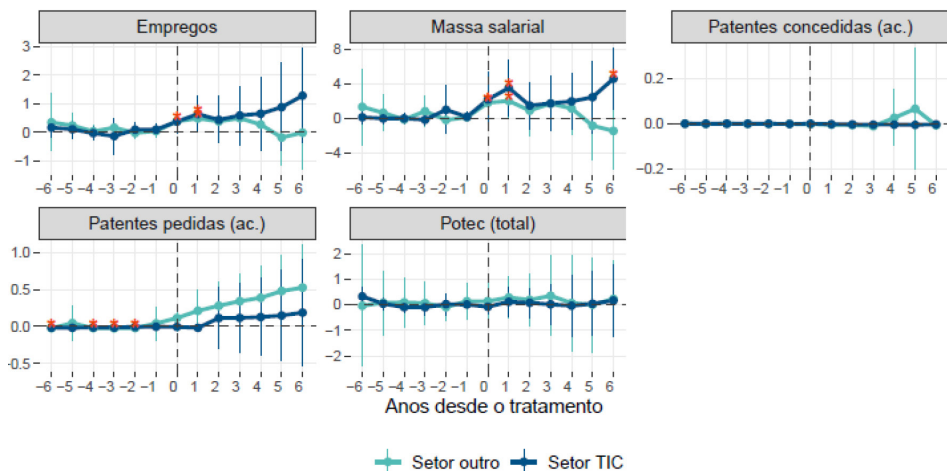


Figura 3 - Efeitos dinâmicos do Criatec sobre crescimento das empresas e inovação por setor

Notas: estimativas por anos desde o tratamento.

Fonte: elaboração própria com base nos dados do BNDES, Rais e INPI.

6.3. Robustez

A análise de robustez procura mensurar os impactos do Criatec quando o grupo de controle é restrito às seções CNAE em que há empresas tratadas. Essas seções são: Agropecuária, Indústria de Transformação, Comércio, Informação

e Comunicação, Atividades Financeiras, Atividades Profissionais, Atividades Administrativas e Outros Serviços. Em relação aos efeitos médios do tratamento, os resultados se mostraram muito semelhantes aos obtidos nas estimações em que o grupo de controle incluiu as empresas em todas as seções CNAE. Todos os sinais e níveis de significância estatística se mantiveram. Esse padrão se manteve na análise de estudo de eventos, em que a única alteração foi a perda de significância do coeficiente estimado para os pedidos de patentes no sexto ano após o tratamento, provocada pelo maior desvio padrão estimado.

Tabela 7 - Efeitos do Criatec sobre crescimento das empresas e inovação – *ATT* geral e estudo de eventos (2007-2020)

Evento	Empregos	Massa salarial	Patentes concedidas (ac.)	Patentes pedidas (ac.)	Potec (total)
<i>ATT</i> geral	0,468* (0,116)	1,31* (0,374)	0.019 (0.011)	0,098* (0,036)	0,188* (0,067)
t-6	0.074 (0.153)	0.287 (0.617)	0 (0)	-0.01 (0.007)	0.075 (0.098)
t-5	0.08 (0.122)	0.286 (0.499)	0 (0)	0.047 (0.039)	0.038 (0.078)
t-4	-0.005 (0.105)	-0.018 (0.486)	0 (0)	0.017 (0.021)	-0.045 (0.075)
t-3	0.139 (0.119)	0.902 (0.526)	0 (0)	-0.014 (0.012)	0.135 (0.064)
t-2	0.24* (0.084)	0.862 (0.427)	-0.001 (0)	-0.003 (0.019)	0.073 (0.056)
t-1	0.06 (0.079)	0.162 (0.342)	-0.001 (0.001)	0.034 (0.027)	0.116 (0.069)
t	0.413* (0.086)	1.507* (0.409)	-0.002* (0.001)	0.02 (0.02)	0.144 (0.064)
t+1	0.607* (0.102)	2.297* (0.439)	-0.005* (0.001)	0.05 (0.034)	0.298* (0.068)
t+2	0.603* (0.14)	1.888* (0.53)	0.011 (0.014)	0.097 (0.047)	0.288* (0.096)
t+3	0.915* (0.179)	2.438* (0.627)	0.018 (0.021)	0.122 (0.06)	0.485* (0.113)
t+4	0.681* (0.219)	1.641 (0.845)	0.043 (0.03)	0.213* (0.075)	0.235 (0.128)
t+5	0.376 (0.261)	0.966 (0.908)	0.064 (0.04)	0.254* (0.093)	0.124 (0.141)
t+6	0.389 (0.31)	0.507 (1.095)	0.018 (0.03)	0.28 (0.112)	0.114 (0.146)

Notas: variáveis dependentes em log. Desvio-padrão entre parênteses. Grupo de controle inclui apenas empresas das seções CNAE em que há empresas tratadas. * $p < 0.05$

Fonte: elaboração própria com base nos dados do BNDES, Rais e INPI.

7. Considerações finais

O Criatec é uma marca de fundos mútuos de investimento de capital de risco que opera na modalidade de capital semente e tem o BNDES como seu principal investidor. Seu foco são as micro e pequenas empresas nascentes e com perfil inovador. Nesse sentido, o objetivo da presente avaliação foi estimar o impacto do Criatec sobre as empresas apoiadas. É importante destacar que o presente trabalho é a primeira avaliação de impacto de um fundo de capital semente no Brasil. O trabalho analisou dois vetores de variáveis de resultado: o crescimento da empresa e a inovação. O trabalho utilizou uma metodologia baseada em diferença em diferenças escalonada, baseada em Callaway e Sant'Anna (2021). Esse método procura estimar o impacto da intervenção controlando pelos efeitos de *coorte* de início do tratamento e pelo efeito dinâmico ao longo dos anos desde o primeiro aporte de recursos.

A presente avaliação observou que o Criatec teve impacto nas variáveis de crescimento da firma, seja sobre a massa salarial (impacto de 274,7% em relação ao cenário contrafactual), seja sobre o emprego (61%). Esses efeitos corroboram a literatura internacional sobre os efeitos do acesso ao capital de risco para as empresas (Engel e Keilbach 2007; Caselli *et al.* 2009; Puri e Zarutskie 2012; Bernstein *et al.* 2016), além de avaliações de outros tipos de políticas de inovação no Brasil (De Negri *et al.* 2008a, 2008b e 2009; Araujo *et al.* 2012; Alvarenga *et al.* 2012). Além disso, verificou-se efeitos sobre o Potec (21%) e os pedidos de patentes (10,1%). Nesse último caso, é importante apontar que a presente avaliação ofereceu uma resposta conclusiva à direção da causalidade desse efeito. Isto é, a relação entre o apoio do Criatec e os resultados de inovação das empresas investidas dependem tanto de um efeito de seleção de projetos inovadores por parte dos gestores dos fundos, como também da intervenção desses fundos nas empresas, via aportes de capital e monitoramento. A causalidade do apoio do Criatec sobre os pedidos de patentes, portanto, é condicional à hipótese de que a qualidade dos projetos selecionados é decorrente de efeitos fixos individuais das empresas. Essa hipótese é forte, e poderia ser aprofundada em futuras pesquisas por meio de metodologias que contem com variações exógenas, como via descontinuidades ou variáveis instrumentais. Por outro lado, a inexistência de tendências pré-tratamento das estimativas, assim como a tendência de mais longo prazo para a sua significância parecem ser pontos promissores.

Os efeitos dinâmicos do programa se mantêm por cerca de três ou quatro anos após o ano do primeiro aporte de recursos. Os efeitos sobre as variáveis de crescimento da firma são imediatos, ao passo que sobre as variáveis de inovação tendem a ter alguma defasagem (menor para o Potec e maior para os pedidos de patentes).

Ao observar as heterogeneidades dos efeitos do Criatec, verificou-se que o programa é mais efetivo as firmas mais jovens, identificadas na análise como aquelas que apareceram na base de dados com até um ano de idade desde a sua abertura. Por outro lado, as heterogeneidades de efeitos por setor seguem uma dinâmica distinta. Enquanto para o setor de tecnologia da informação e comunicação, os efeitos sobre o crescimento da firma se sobressaem, os demais setores apresentaram maiores efeitos sobre a inovação. Além disso, para esse setor os pedidos de patentes podem não representar corretamente os resultados dos esforços inovativos das empresas.

É importante destacar, contudo, que o presente estudo apresenta uma série de limitações decorrentes sobretudo da escassez de dados de *startups* no Brasil. Em primeiro lugar, não há informações sobre o valor de mercado da empresa, que seria a principal medida de efetividade da intervenção. Segundo, o apoio é muito escalonado ao longo do tempo, de modo que um reduzido número de empresas é apoiada em quase todos os anos no intervalo de 2008 a 2021, o que prejudica o controle dos efeitos de *coorte* de início do tratamento. Assim, os efeitos de mais longo prazo do programa acabam sendo mais influenciados pelas empresas tratadas há mais tempo. Além disso, não se tem dados de sobrevivência das empresas. Outro ponto relevante é que o tratamento foi definido para cada empresa a partir do ano do primeiro aporte de recursos pelo fundo Criatec, e a metodologia adotada não permite observar efeitos de pós-tratamento, seja de todo o fluxo de aportes de recursos nas empresas, seja de desinvestimentos. Ainda que toda a literatura internacional que não contou com dados de pesquisas primárias tenha adotado a mesma estratégia aqui escolhida, esse é um ponto importante para futuros desenvolvimentos. Por fim, o baixo número de empresas apoiadas pelo Criatec está associado a uma dispersão dos efeitos de estudo de eventos, que foi mais grave em relação às variáveis de inovação nas análises de heterogeneidades.

Os resultados obtidos com a avaliação do Criatec, sobretudo em relação ao crescimento das empresas, indicam que esse tipo de apoio é relevante no sentido de expandir a geração de oportunidades para as *startups* brasileiras.

Além disso, é importante que se faça uma análise mais aprofundada sobre as empresas apoiadas em nível setorial. Conforme observado, as empresas do setor de TIC tendem a ter maior crescimento, e as dos demais setores, maior tendência à inovação. Identificar as heterogeneidades setoriais das *startups* apoiadas pelo Criatec ajudaria a verificar as diferentes oportunidades, desafios e a própria dinâmica de crescimento da firma, o que poderia contribuir a evolução da política pública.

Referências

- Alvarenga, G. V.; Pianto, D. M.; Araújo, B. C. *Impacts of the Brazilian science and technology sector funds on industrial firms' R&D inputs and outputs: new perspectives using a dose-response function*. Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia (Anpec), 2012.
- Araújo, B. C.; Pianto, D. De Negri, F. Cavalcante, L. R.; Alves, P. F. Impactos dos fundos setoriais nas empresas. *Revista Brasileira de Inovação*, (SP), v. 11, n. n. esp, p. 85–112, 2012.
- Banco Mundial: Innovation Policy: A Guide for Development Countries. Conference Edition. Washington, 2010.
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. Fundos da série CRIATEC BNDES. In: Calderón, R.; Carbajal, J. (Coord.). *Prêmios Alide 2015: crecimiento con innovación e inclusión financiera*. Lima: Asociación Latinoamericana de Instituciones Financieras para el Desarrollo, p. 15-56, 2015.
- Bernstein, S.; Giroud, X.; Townsend, R. R. The impact of venture capital monitoring. *The Journal of Finance*, v. 71, n. 4, p. 1591-1622, 2016.
- Borusyak, K.; Jaravel, X.; Spiess, J. *Revisiting event study designs: Robust and efficient estimation*. 2021.
- Brander, J. A.; Egan, E.; Hellmann, T. F.; Government sponsored versus private venture capital: Canadian evidence. In: *International differences in entrepreneurship*. University of Chicago Press, p. 275-320, 2010.
- Brown, J. R.; Fazzari, S. M.; Petersen, B. C. Financing innovation and growth: Cash flow, external equity, and the 1990s R&D boom. *The Journal of Finance*, v. 64, n. 1, p. 151-185, 2009.
- Callaway, B.; Sant'anna, P. H. C. Difference-in-differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, v. 225, n. 2, p. 200-230, 2021.
- Caselli, S.; Gatti, S.; Perrini, F. Are venture capitalists a catalyst for innovation? *European Financial Management*, v. 15, n. 1, p. 92-111, 2009.
- Chemmanur, T. J.; Krishnan, K.; Nandy, D. K. How does venture capital financing improve efficiency in private firms? A look beneath the surface. *The Review of Financial Studies*, v. 24, n. 12, p. 4037-4090, 2011.
- Collewaert, V.; Manigart, S.; Aernoudt, R. Assessment of government funding of business angel networks in Flanders. *Regional Studies*, v. 44, n. 1, p. 119-130, 2010.
- Corseuil, C. H.; Foguel, M. N.; Russo, F. M. Avaliação de impacto do Programa de Geração de Emprego e Renda (Proger). IPEA, Texto para Discussão, 2683, agosto de 2021.
- Cumming, D. Government policy towards entrepreneurial finance: Innovation investment funds. *Journal of Business Venturing*, v. 22, n. 2, p. 193-235, 2007.
- Da Rin, M.; Hellmann, T.; Puri, M. A survey of venture capital research. In: *Handbook of the Economics of Finance*. Elsevier, p. 573-648, 2013.

- De Chaisemartin, C.; D'Haultfoeulle, X. Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects. *American Economic Review*, v. 110, n. 9, p. 2964-96, 2020.
- De Negri, F. Inovação e produtividade: por uma renovada agenda de políticas públicas. *Radar – Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, Brasília, n. 42, p. 7-15, dez. 2015.
- De Negri, F. Por uma nova geração de políticas de inovação no Brasil. In: TURCHI, L. M.; Morais, J. M. *Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações*, Brasília, IPEA, 485 p., 2017.
- De Negri, F.; De Negri, J. A.; Lemos, M. B. Impactos do ADTEN e do FNDCT sobre o Desempenho e os Esforços Tecnológicos das Firms Industriais Brasileiras. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, Vol. 8, nº 1, 211-254, jan.- jul. 2009.
- De Negri, J. A.; De Negri, F.; Lemos, M. B. O impacto do programa ADTEN sobre o desempenho e o esforço tecnológico das empresas industriais brasileiras. In: De Negri, J. A.; Salerno, M. S. (Orgs.). *Políticas de Incentivo a Inovações Tecnológicas*. Brasília: Ipea, 2008a.
- De Negri, J. A.; De Negri, F.; Lemos, M. B. O impacto do programa FNDCT sobre o desempenho e o esforço tecnológico das empresas industriais brasileiras. In: De Negri, J. A.; Salerno, M. S. (Orgs.). *Políticas de Incentivo a Inovações Tecnológicas*. Brasília: Ipea, 2008b.
- Engel, D.; Keilbach, M. Firm-level implications of early stage venture capital investment—An empirical investigation. *Journal of Empirical Finance*, v. 14, n. 2, p. 150-167, 2007.
- Goodman-Bacon, A. Difference-in-differences with variation in treatment timing. *Journal of Econometrics*, v. 225, n. 2, p. 254-277, 2021.
- Grilli, L.; Murtinu, S. Government, venture capital and the growth of European high-tech entrepreneurial firms. *Research Policy*, v. 43, n. 9, p. 1523-1543, 2014.
- Hall, B. H.; Lerner, J. The financing of R&D and innovation. In: *Handbook of the Economics of Innovation*. North-Holland, p. 609-639, 2010.
- Hall, B.; Van Reenen, J. How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence. *Research policy*, v. 29, n. 4-5, p. 449-469, 2000.
- Hellmann, T.; Puri, M. The interaction between product market and financing strategy: The role of venture capital. *The review of financial studies*, v. 13, n. 4, p. 959-984, 2000.
- Hirukawa, M.; Ueda, M. *Venture Capital and Industrial “Innovation”*. CEPR Discussion Papers 7089. Centre for Economic Policy Research. 2008.
- Kannebley Júnior, S.; Porto, G. S. *Incentivos Fiscais à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação no Brasil: Uma Avaliação das Políticas Recentes*. Documento para Discussão IDB-DP-236, Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.
- Kannebley Júnior, 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, n. 3, p. 111-145, dez. 2016.
- Kortum, S.; Lerner, J. Assessing the contribution of venture capital. *RAND Journal of Economics*, v. 31, n. 4, p. 674-692, 2000.
- Lahr, H.; Mina, A. Coaching or Selection? Venture Capital and Firms’ Patenting Performance. In: *Academy of Management Proceedings*. Briarcliff Manor, NY 10510: Academy of Management, 2013. p. 13560.
- Lengnick-Hall, C. A. Innovation and competitive advantage: What we know and what we need to learn. *Journal of management*, v. 18, n. 2, p. 399-429, 1992.
- Lerner, J. The government as venture capitalist: the long-run impact of the SBIR program. *The Journal of Private Equity*, p. 55-78, 2000.
- Lerner, J.; Nanda, R. Venture capital’s role in financing innovation: What we know and how much we still need to learn. *Journal of Economic Perspectives*, v. 34, n. 3, p. 237-261, 2020.

- Navarro, L. Entrepreneurship policy and firm performance Chile's CORFO Seed Capital Program. *Estudios de economía*, v. 45, n. 2, p. 301-316, 2018.
- OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. *Government venture capital for technology-based firms*. OCDE/GD (97)201. Paris, 1997. Disponível em: <http://www.oecd.org/dataoecd/14/7/2093654.pdf>.
- Popov, A.; Roosenboom, P. Venture capital and patented innovation: evidence from Europe. *Economic Policy*, v. 27, n. 71, p. 447-482, 2012.
- Puri, M.; Zarutskie, R. On the life cycle dynamics of venture-capital-and non-venture-capital-financed firms. *The Journal of Finance*, v. 67, n. 6, p. 2247-2293, 2012.
- Rauen, A. T.; Saavedra, C. A. P. B.; Hamatsu, N. K. Crédito para Inovação do Brasil: Impactos da Atuação da Financiadora de Estudos e Projetos no Esforço de P&D das Firms Beneficiadas. In: De Negri, J. A. O., Araújo, B. C. P. O. D. O., Bacelette, R. O. *Financiamento do Desenvolvimento no Brasil*. Brasília, IPEA, 2018.
- Rigby, J.; Ramlogan, R. *Access to finance: Impacts of publicly supported venture capital and loan guarantees*. London: Nesta, 2013.
- Santana, B. G. *Retornos do P&D e Incentivos Fiscais: Uma Análise para o Caso Brasileiro*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia – Área: Economia Aplicada. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto (USP/RP), 2017.
- Shimada, E.; Kannebley Júnior, S.; De Negri, F. *Efetividade da Lei do Bem no estímulo ao investimento em P&D: uma análise com dados em painel*. Associação Nacional dos Centros de Pós-graduação em Economia (Anpec), 2014.
- Silva, F. B.; Biagini, F. L. Capital de risco e o desenvolvimento de empresas de base tecnológica no Brasil – a experiência dos fundos Criatec e perspectivas. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 42, p. 101-130, set. 2015.
- Sun, L.; Abraham, S. Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. *Journal of Econometrics*, v. 225, n. 2, p. 175-199, 2021.
- United Nations. *Policy Options and Instruments for Financing Innovation: A Practical Guide to Early-Stage Financing*. United Nations Economic Commission for Europe. New York and Geneva, 2009.
- Zucoloto, G. F. *Propriedade intelectual, origem de capital e desenvolvimento tecnológico: a experiência brasileira*. IPEA, Texto para Discussão 1475, março de 2010.

*AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Livia Ribeiro Borges de Faria, Carla Isabel Ramos Oldehus e demais membros da equipe operacional do Criatec no BNDES, e a Gustavo Junqueira, da KPTL (antiga Inseed Investimentos), pelo apoio e fornecimento de dados e informações fundamentais à elaboração deste trabalho. O apoio de todos foi essencial para o desenvolvimento deste artigo.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não terem quaisquer conflitos de interesse.

EDITOR-CHEFE

Dante Mendes Aldrichi  <https://orcid.org/0000-0003-2285-5694>

Professor - Department of Economics University of São Paulo (USP)