

# IMPACTOS DO FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO NA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DE PESQUISADORES BRASILEIROS

Lizandra Duarte da Silva<sup>1</sup>  
Eduardo Gonçalves<sup>2</sup>  
Márcia Siqueira Rapini<sup>3</sup>  
André Suriane da Silva<sup>4</sup>

**RESUMO:** A pesquisa universitária desempenha um papel fundamental no progresso tecnológico e no crescimento econômico, especialmente em países em desenvolvimento. Embora a produção científica seja essencial para a inovação, ela enfrenta desafios significativos, particularmente no que diz respeito ao financiamento. No Brasil, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), criado em 1999, tem sido uma política estratégica para apoiar a ciência e a tecnologia. No entanto, o FNDCT tem sofrido cortes orçamentários expressivos após 2011, comprometendo a continuidade de muitos projetos científicos. Este estudo visa avaliar o impacto do financiamento público, via FNDCT, na produtividade científica dos pesquisadores brasileiros, medida pela quantidade de artigos publicados. Utilizando o modelo econométrico de Diferenças em Diferenças, para o período de 1995 a 2016, com o início do financiamento em 2001, o estudo revela que o financiamento público tem um impacto positivo e significativo na produção científica. Contudo, a volatilidade e a redução dos recursos financeiros limitam esse potencial, evidenciando a necessidade de políticas públicas mais consistentes e previsíveis para garantir a sustentabilidade e a eficácia dos investimentos em ciência e tecnologia no Brasil.

**Palavras-chaves:** Financiamento público; Produtividade científica; Avaliação de Impacto.

**ABSTRACT:** University research plays a fundamental role in technological progress and economic growth, especially in developing countries. While scientific production is essential for innovation, it faces significant challenges, particularly regarding funding. In Brazil, the National Fund for Scientific and Technological Development (FNDCT), established in 1999, has been a strategic policy to support science and technology. However, the FNDCT has faced significant budget cuts after 2011, compromising the continuity of many scientific projects. This study aims to evaluate the impact of public funding, via FNDCT, on the scientific productivity of Brazilian researchers, measured by the number of published articles. Using the Differences-in-Differences econometric model for the period from 1995 to 2016, with funding beginning in 2001, the study reveals that public funding has a positive and significant impact on scientific production. However, the volatility and reduction of financial resources limit this potential, highlighting the need for more consistent and predictable public policies to ensure the sustainability and effectiveness of investments in science and technology in Brazil.

**Keywords:** Public funding; Scientific productivity; Impact evaluation.

**JEL:** O33; O38.

---

<sup>1</sup> Doutoranda em Economia pela Universidade Federal de Juiz de Fora

<sup>2</sup> Professor Dr. de Economia na Universidade Federal de Juiz de Fora e pesquisador CNPq.

<sup>3</sup> Professora Dra. de Economia na Universidade Federal de Minas Gerais e pesquisadora CNPq.

<sup>4</sup> Pesquisador da Agência Nacional de Petróleo. Doutor em Economia pela Universidade Federal de Juiz de Fora

## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa universitária tem sido amplamente reconhecida como um fator chave para o progresso tecnológico e o crescimento econômico mais inclusivo, com impactos significativos sobre o desenvolvimento de sociedades modernas. Há um consenso na literatura sobre a importância da pesquisa acadêmica na promoção da inovação tecnológica, mesmo essa relação não sendo linear (PEREZ, 2010; MUNARI e TOSHI 2021). Essa relação intrínseca entre conhecimento científico e progresso econômico se consolidou a partir da segunda revolução industrial, como apontado por Rosenberg (2006), onde a ciência e a tecnologia passaram a caminhar de mãos dadas, impulsionando a produção de riqueza e o desenvolvimento social.

Com o avanço da tecnologia, as universidades têm desempenhado um papel cada vez mais central na inovação, não apenas como instituições de ensino, mas como centros de produção de conhecimento científico. Cruz (2006) argumenta que essa produção científica é fundamental para a geração de riqueza, especialmente em países em desenvolvimento que buscam aumentar sua competitividade internacional. Entretanto, é necessário reconhecer que as inovações tecnológicas geradas nas universidades geralmente são descobertas iniciais ou embrionárias. Como discutido por Mowery e Sampat (2005), essas tecnologias frequentemente enfrentam barreiras significativas para o pleno desenvolvimento, incluindo incertezas inerentes ao processo de inovação e desafios relacionados ao financiamento.

O financiamento é um dos pilares que sustentam o progresso do conhecimento científico. Price (1986) argumenta que a falta de financiamento pode ser um fator limitador crucial para o desenvolvimento de pesquisas inovadoras. Essa questão é particularmente relevante em tempos de crise financeira, onde os recursos destinados à ciência e tecnologia são frequentemente reduzidos, impactando negativamente o progresso científico e tecnológico. Geuna (2001) e Beaudry e Allaoui (2012) destacam que essas crises têm amplificado as pressões sobre os governos para demonstrar os resultados dos investimentos em ciência, levando a uma demanda crescente por transparência e prestação de contas.

Diante desses desafios, o papel do financiamento público na manutenção e orientação da pesquisa em direção a objetivos sociais e econômicos mais amplos se torna ainda mais crucial. Stokes (2005) e Mazzucato (2014) defendem que o governo pode, ao financiar a pesquisa, direcioná-la para áreas de importância estratégica, criando externalidades positivas que beneficiam toda a sociedade. Essas externalidades vão além dos impactos imediatos sobre os setores ou empresas que conduzem as pesquisas, estendendo-se a inovações que melhoram a qualidade de vida e promovem o desenvolvimento sustentável.

A questão do financiamento público não é apenas uma preocupação teórica, mas também prática, como observado com as criações de programas públicos de financiamento à ciência em diversos países após a Segunda Guerra Mundial (NELSON, 2004). Esses programas têm sido fundamentais para o desenvolvimento científico e tecnológico, proporcionando estabilidade aos recursos financeiros destinados à pesquisa. No entanto, as crises econômicas recentes têm levado a cortes nos orçamentos públicos para ciência, exacerbando as preocupações com a continuidade e o impacto dessas pesquisas.

No contexto brasileiro, a criação dos fundos setoriais do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) em 1999 representa uma das principais políticas para o apoio à ciência e tecnologia. O FNDCT, gerido pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), tem como objetivo principal garantir a estabilidade dos recursos financeiros para a pesquisa científica e tecnológica, promovendo a inovação e o desenvolvimento de tecnologias avançadas. Essa iniciativa está alinhada com os compromissos estabelecidos na Constituição Brasileira de 1988, que, no Capítulo IV, garante que o Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico e tecnológico, bem como a inovação (Brasil, 1988). A Emenda Constitucional 85/2015 reforça ainda mais esse compromisso,

destacando a prioridade dada à pesquisa científica básica e tecnológica com vistas ao bem público e ao progresso da ciência.

Apesar desses compromissos constitucionais, o FNDCT enfrenta desafios significativos em relação à alocação de seus recursos financeiros. De acordo com De Negri e Koeller (2019), o orçamento aplicado pelo FNDCT caiu drasticamente de R\$ 2,5 bilhões em 2013 para apenas R\$ 766 milhões em 2018, representando uma redução de cerca de 70% no período. Esse declínio nos recursos disponíveis tem um impacto direto na produção científica e tecnológica do país, uma vez que muitos projetos de pesquisa não conseguem ser financiados e, conseqüentemente, não são desenvolvidos. O Plano de Investimentos para o FNDCT de 2018 indicava a necessidade de aproximadamente R\$ 1,1 bilhão para custear os projetos aprovados em anos anteriores, mas com o orçamento de pouco mais de R\$ 850 milhões em 2019, nem mesmo os investimentos já contratados poderiam ser integralmente custeados.

A discussão sobre o financiamento da pesquisa científica no Brasil precisa ser contextualizada dentro das peculiaridades socioeconômicas e geográficas do país. Como argumentado por Latour (2004) e Stokes (2005), é fundamental que os investimentos científicos sejam alinhados com as necessidades de desenvolvimento econômico e social do país. Essa necessidade é exacerbada pela diversidade regional e pelas disparidades socioeconômicas que caracterizam o país, exigindo uma abordagem diferenciada para garantir que os recursos financeiros sejam utilizados de maneira eficiente e que os objetivos de desenvolvimento científico sejam alcançados.

Este estudo se propõe a avaliar o impacto do financiamento público, via FNDCT, na produção de artigos científicos no Brasil, com foco particular na concessão de bolsas de pesquisa que visam à capacitação de recursos humanos. A hipótese central da pesquisa é que o financiamento público, por meio do FNDCT via CNPq, tem um impacto positivo sobre a quantidade de artigos produzidos pelos pesquisadores, alinhando-se aos padrões observados em países desenvolvidos. Para testar essa hipótese, a pesquisa utilizará o modelo de Diferença em Diferença, e o modelo de Diferença em Diferença Estendido com Efeitos Fixos.

Além de oferecer uma análise da política do FNDCT, este estudo pretende contribuir para o debate sobre o financiamento público da pesquisa no Brasil, fornecendo *insights* que podem ajudar na formulação de políticas públicas mais eficazes. A avaliação do impacto do FNDCT é essencial para compreender a eficácia e a eficiência dessa política pública, permitindo ajustes e melhorias que possam otimizar o uso dos recursos disponíveis e impulsionar o progresso científico e tecnológico do país. Em última análise, ao ressaltar a importância do financiamento público da pesquisa, este estudo visa contribuir para a construção de um ambiente propício à inovação e ao desenvolvimento científico no Brasil, capacitando o país a competir efetivamente no cenário internacional no futuro.

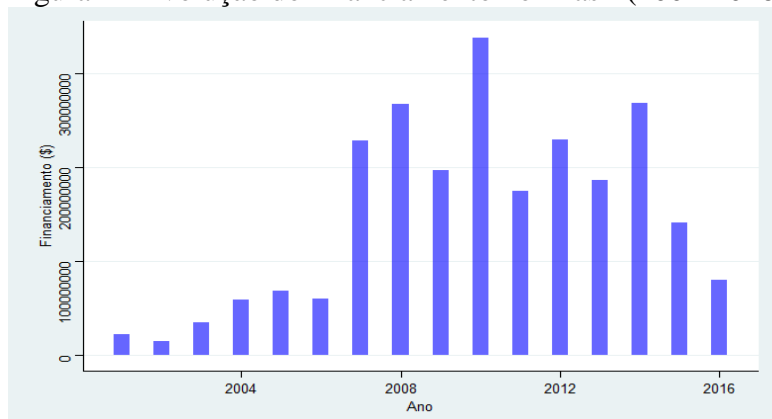
## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. LEIS ORDINÁRIAS E O FNDCT NO PERÍODO DE 2001 A 2016**

Para compreender o impacto do financiamento público na produtividade dos pesquisadores brasileiros, é necessário entender a estrutura orçamentária pública e o planejamento financeiro pois podem gerar oscilações orçamentárias, que refletem sobre as instituições chave como o FNDCT (DE NEGRI e KOLLER, 2019). O sistema orçamentário brasileiro é regido por três leis ordinárias principais. A primeira é o Plano Plurianual (PPA), que é uma lei abrangente e de médio prazo. A segunda é a Lei Orçamentária Anual (LOA), uma lei específica e detalhada, voltada para o curto prazo. Por fim, a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) tem a função principal de alinhar o PPA com a LOA, sendo elaborada anualmente.

Nesse contexto o PPA, LDO e a LOA, desempenha um importante papel na definição de prioridades e na alocação de recursos para o desenvolvimento científico e tecnológico. No entanto, o período entre 2001 e 2016 foi marcado por desafios significativos na gestão dos recursos do FNDCT (Figura 1), sobretudo devido aos mecanismos de contingenciamento e reserva de contingência, nesse sentido, no período analisado, apesar do planejamento inicialmente alinhado, os frequentes contingenciamentos resultaram em uma diminuição efetiva dos recursos disponíveis para pesquisa e desenvolvimento.

Figura 1 - Evolução do financiamento no Brasil (2001-2016)



Fonte: Elaboração própria conforme saído do software RStudio.

Entre 2002 e 2006, a FINEP, Secretária Executiva do FNDCT, atuou como a entidade executora de diversas ações e programas do PPA, sem grandes desafios relacionados a disponibilidade de recursos. Em 2002, apesar de alguns obstáculos como o contingenciamento de orçamento e a operacionalização tardia de alguns fundos setoriais, a FINEP conseguiu superar muitas das metas estabelecidas (FINEP, 2002). Em 2003, a situação permaneceu semelhante, com contingenciamento e atrasos na definição das ações impactando a execução das metas, mas o apoio a projetos plurianuais levou à extrapolação de algumas metas (FINEP, 2002; FINEP, 2003). Durante os anos de 2004 a 2006, a FINEP executou 9 programas e 42 ações do PPA, sem menção significativa de contingenciamento, indicando uma execução estável das metas do PPA (FINEP, 2004; FINEP, 2005; FINEP, 2006).

A partir de 2007, novos desafios surgiram. Nesse ano, a FINEP geriu 26 ações de 4 programas do PPA, mas enfrentou severos contingenciamentos nos recursos alocados ao Fundo Setorial de Energia Elétrica, impactando negativamente o desempenho do fundo (FINEP, 2007). No ano de 2008, a FINEP foi responsável por 30 ações de 4 programas do PPA, com uma grande ênfase na Ação de Subvenção Econômica, que recebeu R\$ 484,6 milhões em pagamentos, mas não houve menção explícita de contingenciamento (FINEP, 2008). Em 2009, a FINEP, como Secretaria Executiva do FNDCT, geriu 26 ações de 5 programas do PPA. Apesar do contingenciamento inicial de R\$ 803,94 milhões, houve um descontingenciamento de R\$ 350 milhões para empréstimos à FINEP, resultando em um contingenciamento final de R\$ 453,94 milhões, permitindo uma execução mais estável das ações planejadas (FINEP, 2009). Em 2010, a FINEP executou algumas ações pertencentes a programas do PPA sem menção significativa de contingenciamento, embora tenha reconhecido créditos fiscais relacionados a provisões para contingências trabalhistas, indicando uma gestão financeira atenta às futuras realizações fiscais (FINEP, 2010).

O ano de 2011 caracterizou-se pelo início intensificado de restrições e desafios, com um contingenciamento de R\$ 610,54 milhões e atrasos nas deliberações dos Comitês Gestores, impactando negativamente a execução das metas. A execução orçamentária concentrou-se em operações aprovadas em exercícios anteriores, limitando novos empenhos e descentralizações

orçamentárias. A meta de apoio a 200 projetos foi superada em 24%, apesar das restrições impostas (FINEP, 2011). Em 2012, o Plano de Investimento do FNDCT foi alinhado com o PPA 2012-2015, mas enfrentou contingenciamento significativo, limitando a execução das ações planejadas. A LOA para 2012 alocou R\$ 2.815 milhões para o FNDCT, mas o limite orçamentário negociado foi de R\$ 2.111 milhões, cerca de 75% do valor da Lei (FINEP, 2012). Em 2013, o governo continuou a envidar esforços para consolidar CT&I como um eixo estruturante do desenvolvimento econômico, apesar de enfrentar novos contingenciamentos (FINEP, 2013).

Em 2014, a FINEP continuou seguindo o PPA 2012-2015, com o orçamento fiscal do FNDCT definido anualmente na LOA e estruturado em programas orientados para a realização dos objetivos estratégicos do PPA. No entanto, o orçamento enfrentou contingências trabalhistas que impactaram a execução das metas (FINEP, 2014). Em 2015, a adequação do FNDCT ao quadro fiscal recessivo resultou em uma redução significativa do orçamento. A LOA 2015 refletiu um valor final de R\$ 3.010,21 milhões, 16,55% menor que o valor final na LOA 2014, com um limite de empenho de R\$ 1.790,3 milhões estabelecido pelo MCTI, impactando a execução dos programas e ações (FINEP, 2015).

Apesar de formalmente proibidas pela Lei Complementar nº 177 de 2021, as constantes práticas de contingenciamento de recursos pelo governo, continuam afetando a disponibilidade efetiva de recursos para as atividades de P&D conforme originalmente previsto (LEAL e AVILA, 2018). Ocorrendo devido a mecanismos e brechas na Lei e significam que, apesar das proteções legais, o alinhamento entre o planejamento estratégico e a execução orçamentária pode continuar sendo frágil. Isso impacta negativamente a continuidade e a eficácia das iniciativas de ciência, tecnologia e inovação financiadas pelo FNDCT, refletindo a necessidade de uma fiscalização mais rigorosa e de reformas adicionais para garantir a integridade e a efetividade dos investimentos em P&D no Brasil.

## **2.2.FINANCIAMENTO PÚBLICO E PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA**

O impacto do financiamento público na produção de artigos científicos é um tema amplamente debatido, especialmente nos países desenvolvidos. Embora a relação entre financiamento e produção científica não seja nova, ainda há divergências significativas, principalmente no que diz respeito à quantidade e qualidade dos artigos produzidos (CRESPI e GEUNA, 2008; JACOB e LEFGREN, 2011[a e b]; BENAVENTE et al., 2012; HU, 2020). A quantidade de recursos destinados ao financiamento é considerada um dos principais fatores que influenciam esses resultados, com países que alocam mais recursos geralmente obtendo maior retorno em termos de publicações e qualidade dos artigos, embora a qualidade leve mais tempo para ser percebida (Benavente et al., 2012).

Alguns estudos indicam que o impacto do financiamento público segue um padrão em forma de "J", onde inicialmente os resultados são subestimados, mas posteriormente, com o acúmulo de conhecimento intangível, a produtividade científica aumenta significativamente (BEAUDRY e ALLAOUI, 2012; MULYANTO, 2014; BRYNJOLFSSON, 2021). No entanto, esses efeitos variam entre as diferentes áreas de pesquisa e dependem também da quantidade de financiamento recebido por cada área (JACOB e LEFGREN, 2011). Além disso, o tempo de maturação desses efeitos costuma ser de 6 a 7 anos (CRESPI e GEUNA, 2008), embora possa haver transbordamentos no curto e médio prazo (MULYANTO, 2014).

A relação entre financiamento e produtividade científica também é influenciada pela competição no mercado de pesquisa, especialmente em países desenvolvidos, onde os pesquisadores podem facilmente mudar de fonte de financiamento, minimizando os impactos negativos da perda de uma bolsa (JACOB e LEFGREN, 2011). Benavente et al. (2012) mostram que, após seis anos de financiamento, há um aumento médio de duas publicações por

pesquisador. Chudnovsky et al. (2008) também observam um aumento de uma publicação adicional em média. Contudo, Jacob e Lefgren (2011b) consideram que esses impactos são limitados, resultando em poucas publicações adicionais após cinco anos.

A colaboração entre pesquisadores é outro fator importante que pode ser influenciado pelo financiamento. A literatura apresenta resultados mistos sobre essa relação, com alguns estudos indicando que o financiamento não afeta significativamente a colaboração ou o tamanho das equipes (HU, 2020), enquanto outros sugerem que a formação de grupos de pesquisa é uma estratégia para aumentar as chances de financiamento e a produção científica (FEDDERKE e GOLDSCHIDT, 2015; BARLETTA et al., 2017). A produtividade dentro desses grupos pode depender do número de membros, com uma maior equipe inicialmente favorecendo a produção, mas podendo levar à queda da produtividade quando se atinge um tamanho excessivo (TAHMOORESNEJAD et al., 2015; ROTOLO e PETRUZZELLI, 2013).

Além disso, o financiamento pode exacerbar a desigualdade de gênero na ciência, uma vez que as mulheres, frequentemente enfrentando discriminação e exclusão em redes de coautoria e acesso a recursos, tendem a ser menos produtivas (LEWIS, 1975; MATHEWS e ANDERSEN, 2001). No entanto, quando conseguem superar essas barreiras e se inserir em redes de colaboração, suas chances de publicação em periódicos de prestígio aumentam significativamente (MAYER e RATHMANN, 2018).

A idade dos pesquisadores também é um fator relevante. Enquanto alguns estudos sugerem que a produtividade segue uma curva em U invertido, com um pico entre 30 e 40 anos em países desenvolvidos (LEVIN e STEPHAN, 1991; LEE e BOZEMAN, 2005), outros indicam que a produtividade pode continuar aumentando com a idade, especialmente em países em desenvolvimento (BRAMBILA e VELOSO, 2007; BEAUDRY e ALLAOUI, 2012). Essa relação pode ser influenciada pela motivação financeira e pela experiência acumulada, com pesquisadores mais experientes e renomados tendendo a ser mais produtivos, fenômeno conhecido como "Efeito Mateus" (BEAUDRY e ALLAOUI, 2012).

Embora o financiamento público desempenhe um papel central na determinação da produtividade científica nos países desenvolvidos, ainda há uma escassez de estudos focados em países em desenvolvimento. Este trabalho, portanto, visa avaliar se a política pública de financiamento no Brasil tem aumentado a produtividade científica dos pesquisadores, controlando para variáveis identificadas na literatura empírica.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS**

O método de diferenças em diferenças (DD) é uma técnica estatística utilizada para avaliar o impacto de uma intervenção ou tratamento sobre um determinado grupo de indivíduos. Ele compara a diferença no desfecho antes e depois da intervenção entre um grupo de indivíduos expostos a ela (grupo de tratamento) e um grupo semelhante de indivíduos que não foram expostos (grupo de controle). A premissa fundamental é que, na ausência do tratamento, as tendências subjacentes seria a mesma para ambos os grupos, permitindo atribuir qualquer diferença na tendência entre os grupos ao efeito do tratamento.

Segundo Angrist (1991), a vantagem do DD é que ele permite controlar potenciais diferenças entre os grupos de tratamento e controle que possam afetar os resultados, sem a necessidade de realizar a seleção de indivíduos para os grupos de forma aleatória. Angrist e Pischke (2009) também destacam que o método de diferenças em diferenças é altamente vantajoso quando se tem uma mudança súbita e exógena na política ou programa como um "natural experimento" pois é possível comparar os indivíduos que foram afetados pela mudança e aqueles que não foram afetados.

Para avaliar o impacto do financiamento via FNDCT na quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores brasileiros, consideramos os seguintes pressupostos:

1. A trajetória do grupo de controle mimetiza o que teria ocorrido com o grupo de tratamento na ausência do financiamento.
2. Antes do financiamento as características observáveis dos tratados e não tratados eram semelhantes e a tendência temporal do resultado era semelhante entre os grupos.
3. Choques posteriores a implementação do financiamento devem afetar os grupos de tratamento e controle de maneira semelhante.
4. A composição dos grupos de tratamento e controle se mantém relativamente constante ao longo do tempo.

Portanto, a avaliação do efeito do financiamento é captada pela diferença entre a variação da quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores que foram financiados e a variação da quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores que não foram financiados:

$$\beta_{DD} = E[\text{Qtd de artigos publicados}_{it} \mid D = 1, t = 1] - E[\text{Qtd de artigos publicados}_{it} \mid D = 1, t = 0] \\ - E[\text{Qtd de artigos publicados}_{it} \mid D = 0, t = 1] + E[\text{Qtd de artigos publicados}_{it} \mid D = 0, t = 0]$$

A regressão do modelo de diferenças em diferenças é dada por:

$$\text{Qtd de artigos publicados}_{it} = X'_{it}\alpha + \gamma \text{Treat}_i + \rho \text{Post}_t + \beta(\text{Treat}_i * \text{Post}_t) + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Onde:

$\text{Treat}_i$ : é uma *dummy* que assume valor 1 se o indivíduo  $i$  pertence ao grupo que foi financiado e valor 0 caso contrário;

$\text{Post}_t$ : é uma *dummy* igual a 1 para o período posterior ao financiamento e 0 caso contrário.

$X'_{it}\alpha$ : representa o produto escalar de um vetor de variáveis de controle  $X'$  e seus respectivos coeficientes  $\alpha$ , que controla por outras variáveis que podem influenciar o resultado além do tratamento. As variáveis selecionadas — dedicação exclusiva (DE), número de coautores, nível de escolaridade e número de orientandos — estão diretamente relacionadas às atividades e ao desempenho acadêmico dos pesquisadores. Elas capturam fatores que influenciam a produtividade e permitem controlar diferenças importantes entre os pesquisadores, minimizando vieses e aumentando a comparabilidade entre os grupos de tratamento e controle. Além disso, são incluídas variáveis individuais de sexo e idade. A inclusão dessas variáveis ajuda a reduzir o viés potencial causado por outras características observadas.

$\gamma$  e  $\rho$ : São os coeficientes associados às variáveis *dummy* de tratamento e período pós-intervenção, respectivamente. Não são explicitamente nomeados na equação, mas estão implícitos nos termos de tratamento e pós-intervenção.

Este modelo permite estimar o efeito causal do financiamento via FNDCT sobre a quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores, controlando potenciais vieses e variáveis não observáveis que poderiam afetar os resultados.

### 3.2. MODELO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS ESTENDIDOS

Em contextos em que as intervenções ocorrem em diferentes momentos para diferentes subgrupos, ou onde os efeitos do tratamento podem variar ao longo do tempo, aplicam-se modelos de Diferenças em Diferenças estendidos. Estes modelos, além de manter os

pressupostos do DD tradicional, incorporam múltiplos períodos antes e depois da intervenção e permitem tratamentos escalonados entre os indivíduos (BERTRAND, DUFLO & MULLAINATHAN, 2004; ATHEY & IMBENS, 2006).

Logo, ao identificar os efeitos do financiamento do FNDCT sobre a quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores brasileiros financiados, consideramos as observações desses pesquisadores no período em questão. A identificação do modelo baseia-se no pressuposto de que a data do financiamento é determinada externamente e que os pesquisadores financiados em diferentes períodos teriam comportamentos semelhantes na ausência do financiamento.

A regressão do modelo de diferenças em diferenças estendido é dada por:

$$\text{Qtd de artigos publicados}_{it} = \alpha + \beta_1 Post_t + X'_{it}\gamma + \pi_i + \tau_i \epsilon_{it} \quad (2)$$

- $Post_t$  é uma *dummy* que representa o período após a implementação do financiamento.
- $X'_{it}$  representa o produto escalar de um vetor de variáveis de controle  $X'$  e seus respectivos coeficientes  $\gamma$ , que controla por outras variáveis que podem influenciar o resultado além do tratamento.
- $\pi_i$  e  $\tau_i$  são os efeitos fixos do indivíduo e do tempo, respectivamente.

Portanto, a identificação dos efeitos do financiamento do FNDCT sobre a quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores brasileiros financiados é robusta, considerando os efeitos fixos e a estrutura temporal do financiamento. Esta abordagem permite uma análise mais detalhada e precisa do impacto do financiamento ao longo do tempo, controlando por fatores não observáveis que poderiam influenciar os resultados.

### 3.3. DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS

Com o propósito de avaliar o efeito do financiamento sobre a quantidade de artigos produzidos pelos pesquisadores brasileiros, o presente estudo combina 2 fontes de dados: a base de dados do FNDCT, e da plataforma Lattes do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Um resumo das variáveis assim como as fontes utilizadas para construção de cada uma é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 - Variáveis analisadas, sinal esperado, fonte e construção

Variável	Variável	Fonte	Construção
Artigos publicados	Dependente	Lattes	Total publicações no ano por pesquisador
Financiamento	Independente	FNDCT	<i>Dummy</i> que assume 1 se o pesquisador recebeu e 0 caso contrário
Nº de Orientandos	Controle (+)	Lattes	Acumulado por ano de alunos de mestrado e doutorado por pesquisador
Gênero	Controle (+)	Lattes	<i>Dummy</i> que assume 1 se o pesquisador é mulher e 0 caso contrário
Idade	Controle (+)	Lattes	idade estimada (referência ano de entrada na graduação)
Idade <sup>2</sup>	Controle (-)	Lattes	Idade estimada multiplicada por ela mesma

Fonte: Elaboração própria.

Por meio da plataforma Lattes foi possível obter características curriculares e pessoais dos pesquisadores e construir as variáveis dependente e de controles desse estudo (Quadro 1). Como a plataforma contém muitos cadastros, foi necessário selecionar quais indivíduos seriam considerados pesquisadores para evitar uma sub-representação do grupo. Seguindo a literatura, utilizou-se como filtro de escolha do pesquisador aqueles que publicaram artigos científicos em



periódicos com *International Standard Serial Number* (ISSN) ao menos uma vez nos anos analisados (BEAUDRY e CLERK-LAMALICE, 2010; JACOB e LEFGREN, 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise da distribuição dos pesquisadores financiados pelo FNDCT ao longo do tempo (Tabela 1), confirma a clara distinção entre os períodos pré e pós-intervenção. Até de 2001, não há registros de pesquisadores financiados, alinhando-se com o início documentado do programa de financiamento. A partir de 2001, observamos 91.610 registros de pesquisadores financiados, em contraste com 471.754 registros de pesquisadores não financiados no mesmo período, comparados a 182.005 registros de não financiados antes de 2001. A composição consistente dos grupos ao longo do tempo foi mantida.

Tabela 1 – Distribuição dos Pesquisadores Financiados e Não Financiados pelo FNDCT Antes e Depois de 2001

Período	1995-2000	2001-2016
Não recebeu	182.005	471.754
Recebeu	0	91.610

Fonte: elaboração própria

A distinção temporal bem definida apresentada na Tabela 1 indica que os pressupostos essenciais do modelo de DD podem estarem sendo atendidos. Além disso, sugere que a intervenção é exógena, pois a data de início do financiamento foi determinada externamente e não influenciada pelas características ou produtividade dos pesquisadores. A exogeneidade da intervenção apoia a hipótese de que qualquer mudança observada na produtividade dos pesquisadores pode ser atribuída ao efeito do financiamento. Portanto, a estrutura dos dados permite uma avaliação robusta, via modelo DD, do impacto do financiamento, via, FNDCT na produtividade dos pesquisadores brasileiros.

Para identificar os indivíduos que comporiam o grupo de controle, foi estimado um modelo logit com efeitos fixos, considerando as variáveis selecionadas. O modelo logit foi escolhido devido à sua capacidade de modelar a probabilidade de um pesquisador pertencer ao grupo de tratamento com base nas características especificadas (Tabela 2).

Tabela 2 – Estimativa dos Coeficientes do Modelo Logit para Recebimento de Financiamento do FNDCT (1995 – 2016)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão
Dedicação Exclusiva	0,722***	0,006
Nº de Coautores	0,437***	0,004
Nível de Escolaridade	1,176***	0,003
Nº de Orientandos	0,148***	0,003
Constante	-4,973***	0,007
Observações	3,248,237	
Log Likelihood	-564,617.700	
Akaike Inf. Crit.	1,129,245.000	

Nota \*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

Fonte: Elaboração própria

Os resultados do modelo logit (Tabela 2) apresentam coeficientes estimados significativos para todas as variáveis independentes, indicando que essas variáveis têm um impacto estatisticamente significativo na probabilidade de um pesquisador receber financiamento do FNDCT. No contexto específico deste estudo, essas variáveis — dedicação

exclusiva, número de coautores, nível de escolaridade e número de orientandos — emergem como fatores na decisão de atribuição de financiamento. Dessa forma, ao considerar esses fatores relevantes, o modelo logit foi calculado para identificar a similaridade entre os pesquisadores, permitindo a construção de um grupo de controle que mimetiza as características dos pesquisadores financiados.

Para refinar a identificação do grupo de controle, adicionou-se a probabilidade ajustada (*fitted values*) na criação do modelo logit como uma nova variável, denominada “controle de pares<sup>5</sup>”, ao conjunto de dados. Após a definição do grupo de controle, foram mantidos no conjunto de dados apenas os pesquisadores que receberam financiamento ou aqueles presentes no grupo de controle definido. Esta filtragem assegura que apenas os pesquisadores comparáveis sejam incluídos na análise, conforme a Tabela 3.

A Tabela 3, resultante dos grupos divididos por quem não recebeu financiamento e quem recebeu, revela uma distribuição equilibrada entre os períodos antes e depois de 2001, bem como entre os grupos de controle e tratamento. Antes de 2001, há 151.962 pesquisadores no grupo de controle e 182.005 no grupo de tratamento. Após 2001, há 405.556 pesquisadores no grupo de controle e 563.364 no grupo de tratamento. Este balanceamento é importante para a validade do método de DD, pois garante que os grupos de controle e tratamento sejam comparáveis ao longo do tempo.

Tabela 3 - Distribuição dos Grupos de Controle e Tratamento Antes e Depois de 2001

Período	1998-2000	2001-2016
Não recebeu	151.962	182.005
Recebeu	405.556	563.364

Fonte: Elaboração própria.

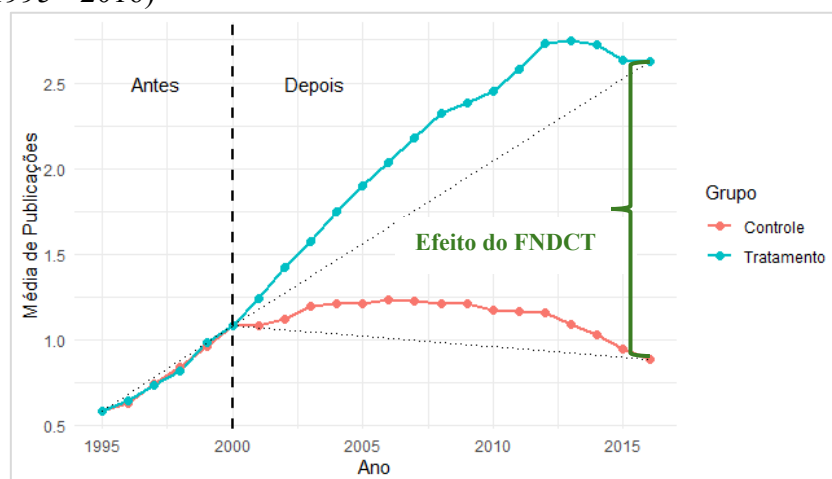
A manutenção dessa distribuição balanceada sugere que a seleção dos grupos de controle e tratamento foi eficaz em criar grupos comparáveis em termos de características observáveis relevantes, minimizando vieses potenciais. Dessa forma, qualquer diferença observada nos resultados de produtividade entre os grupos, como apresenta a Figura 2, pode ser atribuída com maior confiança ao impacto do financiamento, fortalecendo as conclusões do estudo sobre a eficácia do programa de financiamento do FNDCT.

A Figura 2 apresenta, de maneira visual, a média de artigos publicados por pesquisadores dos grupos de tratamento e controle ao longo do tempo, revelando um aumento significativo na produtividade dos pesquisadores financiados pelo FNDCT após 2001. Esta tendência ascendente no grupo de tratamento, comparada à estabilidade ou ligeira diminuição no grupo de controle, sugere que o financiamento teve um impacto positivo substancial na produção acadêmica.

O método de DD, isola o efeito do financiamento ao controlar para tendências temporais que afetariam ambos os grupos de forma semelhante. A distinção temporal e a composição consistente dos grupos, permitem uma avaliação do impacto do FNDCT. Além disso, variáveis de controle, que influenciam a probabilidade de receber financiamento, foram consideradas, permitindo a comparabilidade entre os grupos. Os resultados destacam a eficácia das políticas de financiamento público em promover a produção científica, justificando a continuidade e potencial expansão desses programas para impulsionar o desenvolvimento científico no Brasil.

<sup>5</sup> Para a seleção do grupo de controle, definiu-se um limite de 0,30 para a variável “controle de pares”. Este critério inclui pesquisadores com probabilidade predita de financiamento superior a 30%, garantindo uma amostra

Figura 2 - Média de artigos publicados pelos pesquisadores financiados e não financiados (1995 - 2016)



Fonte: Elaboração própria.

Nesse contexto, por meio dos resultados apresentados na Tabela 4, pode-se inferir que o financiamento público, por meio do FNDCT, teve um impacto significativo na produção acadêmica dos pesquisadores, conforme evidenciado pelo coeficiente positivo e significativo da variável tratamento (grupo financiado) no modelo, indicando que, em média, os pesquisadores que receberam o financiamento, apresentaram um número maior de publicações em comparação com aqueles que não receberam esse tipo de apoio financeiro, mantendo constantes as demais variáveis no modelo. O resultado, para o contexto brasileiro concorda com a literatura internacional (JACOB e LEFGREN 2011; HU, 2020).

Tabela 4 - Impacto do financiamento, por meio do FNDCT, na quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores (Diferenças em Diferenças tradicional por MQO, 1995 – 2016)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão
Financiamento	0,380***	0,007
Periodo_2001_2016	-0,062***	0,006
Nº de Coautores	0,524***	0,001
Nível de Escolaridade	0,488***	0,004
Sexo Masculino	0,170***	0,004
Dedicação Exclusiva	-0,001	0,004
Nº de Orientandos	0,175***	0,001
Idade	0,076***	0,004
Idade <sup>2</sup>	-0,036***	0,001
Tratamento	0,145***	0,008
Constante	-0,900***	0,01
Observações	1,302,642	
R <sup>2</sup>	0,51	
R <sup>2</sup> ajustado	0,51	
Erro Padrão Residual	2,003	(df = 1,302,631)
Estatística F	135,502.600*	(df = 10; 1,302,631)

Nota \*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

Fonte: Elaboração própria.

Ao examinar o efeito temporal (variável 2001-2016) do FNDCT, observamos um coeficiente negativo e significativo (Tabela 4), indicando que, após o ano de 2001, houve uma

diminuição no número médio de publicações dos pesquisadores em comparação com o período anterior a 2001, tirando o efeito positivo dos pesquisadores que receberam financiamento, na média o resultado foi ruim para os demais envolvidos com queda no número de publicações. Este resultado com esta variável, pode sugerir que se não fosse o financiamento poderia ter havido uma queda na publicação média dos pesquisadores no Brasil, contudo, é necessário aprofundar os aspectos do período para entender os motivos desta possível queda.

A análise do segundo modelo (Tabela 5) revela um panorama interessante sobre o impacto do financiamento público na produção acadêmica dos pesquisadores. Da mesma forma que observado na Tabela 4, a variável de tratamento Financiamento apresenta um coeficiente positivo significativo, indicando que os pesquisadores que receberam financiamento público, em média, tiveram uma quantidade maior de publicações em comparação com aqueles que não receberam esse apoio financeiro, mantendo-se constantes as demais variáveis no modelo.

Tabela 5 – Impacto do financiamento, por meio do FNDCT, na quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores considerando *dummies* de período (Diferenças em Diferenças tradicional por MQO, 1995 – 2016, omitindo 1995 a 2000)

Variável	Coefficiente	Erro Padrão
Financiamento	0,413***	0,007
Periodo_2001_2004 * (Tratamento)	0,155***	0,011
Periodo_2001_2004 (Controle)	0,028***	0,008
Periodo_2005_2008 * (Tratamento)	0,229***	0,011
Periodo_2005_2008 (Controle)	-0,04***	0,008
Periodo_2009_2012 * (Tratamento)	0,173***	0,011
Periodo_2009_2012 (Controle)	-0,159***	0,009
Periodo_2013_2016 * (Tratamento)	0,051***	0,011
Periodo_2013_2016 (Controle)	-0,313***	0,009
Nº de Coautores	0,528***	0,001
Nível de Escolaridade	0,483***	0,004
Sexo Masculino	0,164***	0,004
Dedicação Exclusiva	-0,001	0,004
Nº de Orientandos	0,176***	0,001
Idade	0,123***	0,004
Idade <sup>2</sup>	-0,036***	0,001
Constante	-0,933***	0,01
Observações	1,302,642	
R <sup>2</sup>	0,512	
R <sup>2</sup> Ajustado	0,512	
Erro Padrão Residual	1,999	(df = 1,302,625)
Estatística F	85,388.140*	(df = 16; 1,302,625)

Nota \*p<0,1; \*\*p<0,05; \*\*\*p<0,01

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se que o coeficiente associado ao período de 2001-2004 interagido com financiamento é positivo e estatisticamente significativo (Tabela 5). O efeito positivo se amplia no período de 2005-2008, indicando um crescimento no número médio de publicações. Contudo, apesar de os coeficientes para os períodos subsequentes (2009-2012 e 2013-2016) ainda apresentarem sinais positivos e significativos, evidencia-se uma redução na magnitude desse impacto ao longo do tempo.

Esta diminuição na influência do financiamento pode estar relacionada à redução dos recursos financeiros do FNDCT, destacada na seção 2.1 deste trabalho. A Tabela 5 sugere que a maior alocação de recursos ocorrida em 2008 possa ter tido um papel decisivo no volume de artigos publicados. As limitações orçamentárias impostas subsequentemente, como as decorrentes das Leis de Diretrizes Orçamentárias (LDOs), parecem ter restringido a capacidade dos pesquisadores de sustentar o mesmo nível de atividade de pesquisa, resultando em uma redução nas publicações científicas.

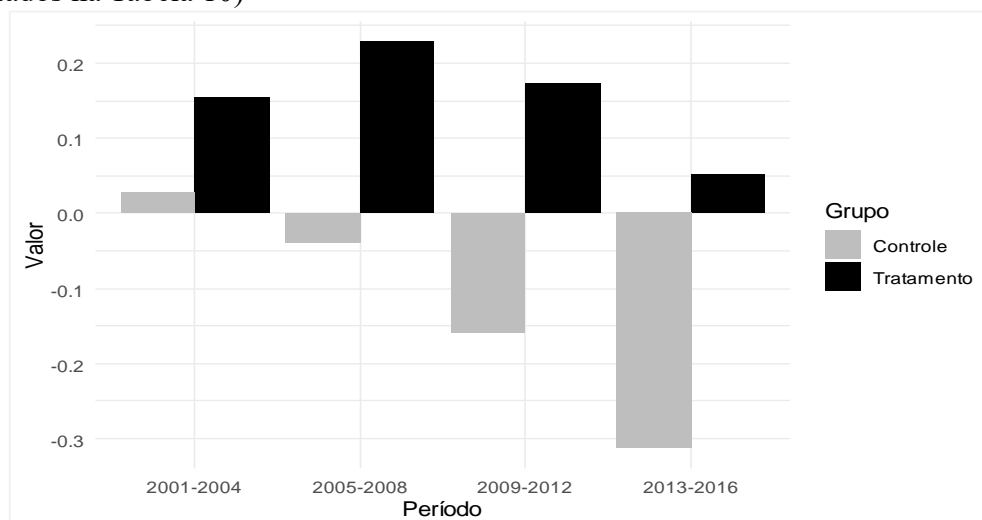
Por meio das análises dos relatórios de gestão da FINEP da seção 2.1, nota-se que, embora o financiamento público tenha aumentado gradualmente de 2001 até atingir um pico em 2008, houve uma tendência de queda nos anos seguintes. De maneira mais específica, em 2016, o financiamento público era significativamente menor do que o patamar alcançado em 2005. Esta variação nos recursos disponíveis para o financiamento pode estar refletindo diretamente na capacidade de produção científica, como evidenciado pela análise temporal dos coeficientes de interação com o financiamento na Tabela 5.

Comparando os resultados das tabelas 4 e 5 em relação a variável de tempo, pode ser dizer que os resultados que levaram a um valor negativo no primeiro modelo, foram especificamente decorrentes das quedas 2009 a 2016, associadas à redução do valor financiado no período pelas restrições orçamentárias. Isso contrasta, mais especificamente, com os calores das *dummies* de tempo de 2001 a 2004 que foram positivas para ambos os grupos. Essas tendências observadas nos dados reforçam a importância crítica do financiamento estável e previsível, conforme objetivo inicial dos fundos setoriais do FNDCT, para sustentar o efeito positivo na pesquisa acadêmica de longo prazo. A volatilidade nos recursos disponíveis, como demonstrado, não apenas afeta a produtividade individual dos pesquisadores, mas pode ter implicações mais amplas na competitividade científica do país. Portanto, para fomentar um ambiente de pesquisa robusto e produtivo, é essencial que políticas de financiamento sejam desenhadas para assegurar continuidade e previsibilidade.

É importante notar que, apesar dos desafios impostos pelo contingenciamento aos pesquisadores financiados, a redução mais expressiva no número médio de publicações, em comparação com o período anterior a 2001, ocorreu entre aqueles que não receberam financiamento. A Figura 3 mostra os valores médios de publicações para os grupos de tratamento e controle ao longo dos diferentes períodos, em relação a 1995-2000, com base nos resultados apresentados na Tabela 5. Os pesquisadores que receberam financiamento (grupo de tratamento) apresentaram um aumento significativo nas publicações em comparação aos pesquisadores que não receberam financiamento (grupo de controle), especialmente nos períodos de 2005-2008 e 2009-2012. A Figura 3 ilustra claramente a diferença nas trajetórias de produtividade entre os dois grupos, destacando o impacto positivo do financiamento na produção científica.

Nesse contexto, indica-se que, na ausência do financiamento do FNDCT, ambos os grupos poderiam ter seguido uma evolução similar, conforme as trajetórias paralelas observadas antes do financiamento, ilustrado na Figura 2 e baseadas nos pressupostos do modelo de diferenças em diferenças. Portanto, é fundamental destacar que o FNDCT não apenas cumpriu seu papel ao aumentar significativamente a quantidade de artigos publicados durante o período analisado, mas também foi crucial para prevenir uma deterioração ainda mais acentuada no cenário científico nacional. Conforme análise da Tabela 5 e Figura 3, sem o suporte do FNDCT, a situação dos pesquisadores, financiados ou não, poderia ter sido consideravelmente pior. A implementação desse financiamento não só elevou a produtividade dos pesquisadores beneficiados, mas também mitigou, em partes, os impactos negativos de cortes orçamentários na produção científica total. Assim, o FNDCT demonstrou ser um pilar essencial não só para o avanço, mas também para a sustentação da ciência nacional em tempos de adversidades econômicas

Figura 3 - Valores médios de publicações para os grupos de tratamento e controle ao longo dos diferentes períodos após a implementação do FNDCT (com base nos resultados apresentados na Tabela 10)

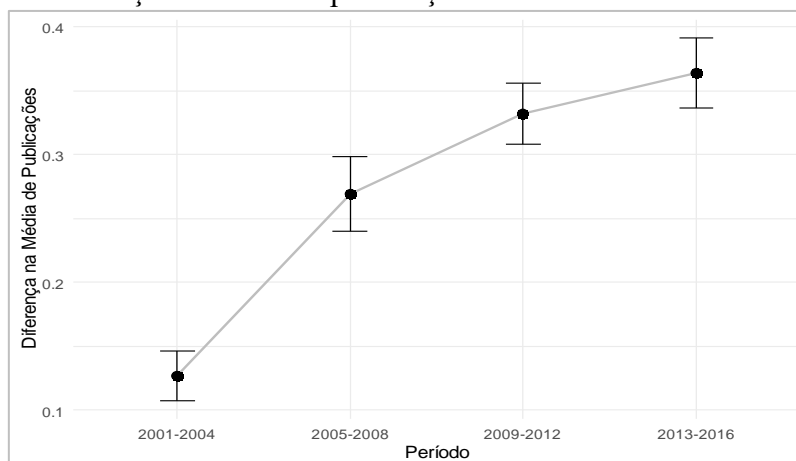


Fonte: Elaboração própria

Uma outra forma de analisar é olhando o impacto diferencial entre os financiados e não financiados ao longo dos diferentes períodos apresentados na Tabela 5, consideramos as interações entre o financiamento e as *dummies* de período. O coeficiente da interação "Período\_2001\_2004 \* (Tratamento)" é 0,155, enquanto o coeficiente da *dummy* "Período\_2001\_2004 (Controle)" é 0,028. A diferença entre esses coeficientes ( $0,155 - 0,028 = 0,127$ ) indica que os pesquisadores financiados publicaram, em média, 0,127 artigos a mais do que os não financiados especificamente no período de 2001-2004 o mesmo cálculo é feito para os demais períodos.

A Figura 4 ilustra de forma clara a diferença na média de publicações entre os grupos de tratamento (financiados) e controle (não financiados) ao longo dos diferentes períodos analisados. Cada barra representa a diferença média para um período específico, enquanto os intervalos de confiança ao redor das barras indicam a precisão dessas estimativas. Observa-se que, em todos os períodos analisados, a diferença é positiva, demonstrando que os pesquisadores financiados publicaram consistentemente mais do que os não financiados. Este padrão positivo ao longo dos anos reforça a eficácia do FNDCT em aumentar a produtividade científica dos pesquisadores beneficiados, mesmo em contextos de restrição orçamentária.

Figura 4 - Diferença na média de publicação entre tratamento e controle por período



Fonte: Elaboração própria.

Além disso, a Figura 4 destaca que, embora a magnitude da diferença tenha variado, o impacto do financiamento apresentou uma tendência de crescimento nos períodos de 2005-2008 e 2009-2012, coincidentes com os anos de maior alocação de recursos. Desse modo, a Figura 4 complementa a Figura 3 ao fornecer uma análise detalhada das diferenças nas médias de publicações, destacando o impacto direto e positivo do financiamento do FNDCT. Juntas, as Figuras 3 e 4 demonstram que o FNDCT não apenas aumentou a produtividade dos pesquisadores financiados, mas possivelmente, atenuou os impactos negativos dos cortes orçamentários, evidenciando a importância deste financiamento para a continuidade e crescimento da produção científica no Brasil.

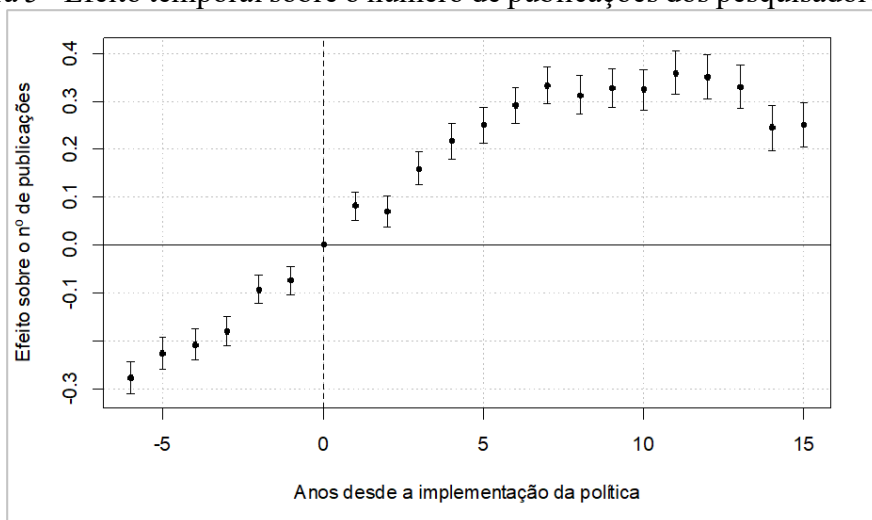
A Tabela 5 mostrou que a dedicação exclusiva não teve efeito estatisticamente significativo na produtividade científica dos pesquisadores. Esse resultado está alinhado com estudos que sugerem que a relação entre tempo dedicado à pesquisa e produtividade nem sempre é direta. Fox (1992) argumenta que fatores como gestão do tempo, qualidade das redes de colaboração e recursos disponíveis podem ser mais determinantes para a produtividade. Kyvik (2013) também destaca a importância da motivação intrínseca, ambiente de trabalho e apoio institucional. Entretanto, outros estudos, como Creswell (1985) e Teodorescu (2000), encontraram correlações positivas, sugerindo que a eficácia da dedicação exclusiva depende de fatores contextuais e institucionais.

Analisando as variáveis de controle do modelo, a idade e idade<sup>2</sup> do pesquisador corrobora que o ciclo de vida dos pesquisadores apresenta formato de U invertido (Tabela 5). Conforme apresenta as Tabelas 4 e 5, num primeiro momento, essa relação é positiva, entretanto, quando a variável idade é elevada ao quadrado, seu desempenho aparece como negativo (LEE e BOZEMAN, 2005; MULYANTO, 2014). A literatura explica esse formato da relação da curva de U invertido como sendo oriunda de motivações financeiras futuras, ou seja, inicialmente na sua vida acadêmica o pesquisador tem uma alta atuação na tentativa de angariar mais recursos. Entretanto, atingindo determinado patamar, em que a motivação financeira deixa de ser o principal foco, a produção de artigos tende a diminuir (HU, 2020).

A Tabela 5 mostrou que a variável número de coautores teve um coeficiente positivo e significativo, indicando que a colaboração em pesquisas está associada a um aumento na produtividade dos pesquisadores. Este resultado está em consonância com a literatura que destaca a importância das redes de colaboração científica para o aumento da produção de artigos, ao proporcionar maior diversidade de ideias e compartilhamento de recursos (ABRAMO et al., 2017). Além disso, a variável sexo masculino também apresentou um coeficiente positivo e significativo, sugerindo que pesquisadores do sexo masculino tendem a publicar mais artigos, o que reflete disparidades de gênero na produtividade científica, possivelmente devido a diferenças no acesso a redes de colaboração, recursos e responsabilidades familiares (SHAUMAN, 2003). Por fim, o número de orientandos também se mostrou positivo e significativo, indicando que pesquisadores com mais orientandos tendem a ser mais produtivos (KYVIK e AKSNES, 2015), embora supervisão excessiva possa reduzir o tempo disponível para pesquisa própria (FOX, 1992).

Para complementar os resultados das Tabelas 4 e 5, foi utilizado um modelo de diferenças em diferenças estendido para os pesquisadores financiados. Os primeiros modelos de diferença em diferenças, sem e com horizonte temporal, forneceram uma visão inicial do efeito do tratamento ao longo do tempo, indicando um aumento significativo nas publicações para os pesquisadores financiados. No entanto, esses modelos não controlam totalmente para variáveis não observadas que podem influenciar os resultados. Nesse sentido, o modelo apresentado na Figura 5 permite capturar os efeitos da política ao longo de múltiplos períodos de tempo, com controles adicionais por efeitos fixos de pesquisador e ano, e erros padrão clusterizados.

Figura 5 - Efeito temporal sobre o número de publicações dos pesquisadores financiados



Fonte: Elaboração própria

Nesse sentido, a Figura 5 apresenta a estimativa dos efeitos da política sobre o número de publicações ao longo do tempo, com intervalos de confiança de 95% para cada estimativa. Observa-se que, nos anos que antecedem a implementação da política, os coeficientes são negativos e estatisticamente significativos, indicando uma diminuição no número de publicações. No entanto, já no primeiro ano após a implementação da política, os efeitos se tornam positivos e significativos. Esse efeito positivo continua a crescer e se mantém significativo ao longo dos anos subsequentes, como indicado pelo fato de que os intervalos de confiança não cruzam a linha zero. Assim, o gráfico demonstra claramente que a política teve um impacto significativo e positivo nas publicações científicas.

Outro ponto relevante é que alguns autores que identificam uma relação positiva entre o financiamento público e a produção científica observam um efeito em formato de "J". Usando um modelo de diferenças em diferenças estendido para pesquisadores financiados, a Figura 5 mostra uma tendência no impacto das políticas de financiamento na produtividade científica brasileira, corroborando o "efeito J" discutido por Beaudry e Alloui (2012) e Mulyanto (2014). Esses autores destacam que, nos primeiros anos, o financiamento pode ter efeitos modestos ou negativos, devido à adaptação a novas tecnologias e métodos, com impacto estimado próximo de zero ou ligeiramente negativo.

Com o tempo, os investimentos em pesquisa começam a gerar resultados tangíveis, como sugere Brynjolfsson (2021), que discute como os investimentos em capital intangível, como P&D, podem inicialmente subestimar o retorno econômico. A partir do ano 0 no gráfico, há um aumento consistente no impacto, que se estabiliza em um patamar positivo. Esse padrão indica que, uma vez que o conhecimento acumulado se torna produtivo, ele não só compensa o investimento inicial, mas continua a gerar resultados crescentes. A Figura 5 corrobora o efeito J no contexto das políticas de financiamento científico, destacando a importância de horizontes temporais mais longos na avaliação de seu impacto (CRESPI e GEUNA, 2008).

É importante notar que, devido às reduções no financiamento ao longo do tempo, o efeito real do financiamento público pode estar subestimado na Figura 5. As reduções de financiamento, especialmente após o pico em 2008, podem ter limitado a capacidade dos pesquisadores de manter altos níveis de produtividade, e o impacto observado pode não refletir o efeito pleno do financiamento público se este tivesse sido mantido de forma consistente. Portanto, não é possível determinar se o aparente declínio na magnitude dos efeitos positivos



nos anos mais recentes se deve a uma estabilização natural após um período de crescimento (Crespi e Geuna, 2008) ou à falta de estabilidade no financiamento público.

Os resultados obtidos neste estudo ressaltam o impacto significativo do financiamento do FNDCT na produtividade científica, enfatizando a importância do apoio governamental à pesquisa. Este suporte é especialmente importante porque, como Nelson (1959) e Arrow (1962) já salientaram, a pesquisa básica, dada a sua natureza incerta, dificilmente seria financiada de maneira adequada se dependesse exclusivamente do mercado, devido ao alto risco e à dificuldade de previsão de resultados concretos.

## 5. CONCLUSÕES

A pesquisa científica impulsiona o progresso tecnológico e o crescimento econômico, mas depende de financiamento adequado. A crise econômica atual reduziu os recursos para ciência e tecnologia, prejudicando o avanço científico. Este estudo avaliou o efeito do financiamento público via FNDCT na quantidade de artigos publicados entre 1995 e 2016, com a hipótese de que o financiamento público impacta positivamente a produção científica. Os resultados confirmam a eficácia das políticas de financiamento em promover a produção científica, justificando a continuidade e expansão desses programas para impulsionar o desenvolvimento científico no Brasil.

O estudo apresenta que a efetividade dos fundos setoriais do FNDCT para estabilizar o suporte ao desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil foi comprometida por uma constante diminuição nos recursos financeiros disponíveis entre 2001 a 2016. Os resultados não só demonstraram uma associação estatisticamente significativa entre o financiamento e a produtividade científica, mas também destacaram a importância de uma gestão cuidadosa e estratégica dos fundos destinados à ciência e tecnologia.

No entanto, o estudo também revelou a preocupante volatilidade nos recursos financeiros do FNDCT. O declínio substancial no orçamento ao longo dos anos apresenta uma crise de financiamento que pode debilitar seriamente a capacidade do Brasil de se manter competitivo no cenário científico global. Esta instabilidade financeira, exacerbada por crises econômicas e políticas, ameaça não apenas a continuidade das pesquisas em andamento, mas também a integridade e a evolução do sistema científico nacional.

Durante as análises dos resultados e as reflexões sobre as diretrizes de políticas públicas, este estudo sinalizou a importância de alinhar mais precisamente os investimentos em pesquisa e desenvolvimento com as metas sociais e econômicas mais amplas do Brasil. A necessidade desse alinhamento foi ressaltada pelo efeito significativo do financiamento via FNDCT na produção científica e a sustentação da ciência no período de crise. Concluindo, este estudo destacou a importância do compromisso contínuo e estável com o financiamento público para a pesquisa, que é fundamental não apenas para o avanço da ciência, mas também para o desenvolvimento econômico e social mais amplo do Brasil.

Portanto, o estudo conclui que o financiamento público, através do FNDCT, tem um impacto positivo e significativo na produtividade científica, com base nos diversos modelos econométricos utilizados. Contudo, a volatilidade e a insuficiência dos recursos financeiros limitam esse potencial, destacando a necessidade de políticas mais consistentes e previsíveis para assegurar a sustentabilidade e a eficácia dos investimentos em ciência e tecnologia.

## 6. REFERENCIAS

- ABRAMO, Giovanni; D'ANGELO, Ciriaco Andrea; MURGIA, Gianluca. The combined effects of age and seniority on research performance of full professors. *Science and Public Policy*, v. 43, n. 3, p. 301-319, 2016.
- ANGRIST, J. 1991. Grouped-data estimation and testing in simple labor-supply models. *Journal of Econometrics* 47, 243–266.
- ANGRIST, J. D., PISCHKE, J-S., 2009. *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton University Press.
- ARORA, Ashish; GAMBARDELLA, Alfonso. The impact of NSF support for basic research in economics. *Annales d'Economie et de Statistique*, p. 91-117, 2005.
- ATHEY, Susan; IMBENS, Guido W. Identification and inference in nonlinear difference-in-differences models. *Econometrica*, v. 74, n. 2, p. 431-497, 2006.
- BEAUDRY, Catherine; ALLAOUI, Sedki. Impact of public and private research funding on scientific production: The case of nanotechnology. *Research Policy*, v. 41, n. 9, p. 1589-1606, 2012.
- BENAVENTE, José Miguel et al. The impact of national research funds: A regression discontinuity approach to the Chilean FONDECYT. *Research Policy*, v. 41, n. 8, p. 1461-1475, 2012.
- BERTRAND, M.; DUFLO, E.; MULLAINATHAN, Sendhil. How much should we trust differences-in-differences estimates?. *The Quarterly journal of economics*, v. 119, n. 1, p. 249-275, 2004.
- BOZEMAN, B.; YOUTIE, J. Socio-economic impacts and public value of government-funded research. Lessons from four US National Science Foundation initiatives. *Research Policy*, v. 1387-1396, 2017.
- BRAMBILA, CG; VELOSO, FM. The determinants of research output and impact: a study of Mexican researchers. *Res Policy*, 2007.
- BRYNJOLFSSON, Erik; ROCK, Daniel; SYVERSON, Chad. The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies. *American Economic Journal: Macroeconomics*, v. 13, n. 1, p. 333-72, 2021.
- CHUDNOVSKY, D.; LÓPEZ, A.; ROSSI, M.; UBFAL, D. Money for science? The impact of research grants on academic output. *Fiscal Studies*, v. 29, n. 1, p. 75-87, 2008.
- CRESPI, Gustavo A.; GEUNA, Aldo. An empirical study of scientific production: A cross country analysis, 1981–2002. *Research Policy*, v. 37, n. 4, p. 565-579, 2008.
- CRESWELL, John W. *Faculty Research Performance: Lessons from the Sciences and the Social Sciences*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 4, 1985. Association for the Study of Higher Education, One Dupont Circle, Suite 630, Department PR-4, Washington, DC 20036, 1985.
- CRUZ, Antonio. Prefácio. In: ROSENBERG, Natham. *Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia*. Unicamp, 2006.
- DE NEGRI, Fernanda; KOELLER, Priscila. O declínio do investimento público em ciência e tecnologia: uma análise do orçamento do ministério da ciência, tecnologia, inovações e comunicações até o primeiro semestre de 2019. 2019.

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos. Relatórios de gestão: 2002 a 2015. Rio de Janeiro: FINEP. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/transparencia-finep/relatorios-do-fndct/relatorios-de-gestao>. Acesso em: 04/01/2024.

FOX, Mary Frank. Research, teaching, and publication productivity: Mutuality versus competition in academia. *Sociology of education*, p. 293-305, 1992.

GEUNA, A. The changing rationale for European university research funding: are there negative unintended consequences. *Journal of Economic Issues*, v. 35, p. 607–632, 2001.

HU, Albert GZ. Public funding and the ascent of Chinese science: Evidence from the National Natural Science Foundation of China. *Research Policy*, v. 49, n. 5, p. 103983, 2020.

JACOB, B.A.; LEFGREN, L. The impact of NIH postdoctoral training grants on scientific productivity. *Research Policy*, v. 40, n. 6, p. 864–874, 2011a.

JACOB, B.A.; LEFGREN, L. The impact of research grant funding on scientific productivity. *Journal of Public Economics*, v. 95, n. 9–10, p. 1168–1177, 2011b.

KYVIK, Svein. The academic researcher role: Enhancing expectations and improved performance. *Higher Education*, v. 65, p. 525-538, 2013.

KYVIK, Svein; AKSNES, Dag W. Explaining the increase in publication productivity among academic staff: A generational perspective. *Studies in Higher Education*, v. 40, n. 8, p. 1438-1453, 2015.

LATOUR, Bruno. *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Harvard university press, 2004.

LEE, S.; BOZEMAN, B. The impact of research collaboration on scientific productivity. *Social Studies of Science*, v. 35, p. 673–702, 2005.

LEVIN, Sharon G.; STEPHAN, Paula E. Research productivity over the life cycle: Evidence for academic scientists. *The American economic review*, p. 114-132, 1991.

LEWIS, Lionel S. *Scaling the Ivory Tower: Merit and Its Limits in Academic Careers*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1975.

MATHEWS, A. Lanethea; ANDERSEN, Kristi. A gender gap in publishing? Women's representation in edited political science books. *PS: Political Science & Politics*, v. 34, n. 1, p. 143-147, 2001.

MAYER, Sabrina J.; RATHMANN, Justus MK. How does research productivity relate to gender? Analyzing gender differences for multiple publication dimensions. *Scientometrics*, p. 1663-1693, 2018.

MAZZUCATO, Mariana. *O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado*. Portfolio-Penguin, 2014.

MOWERY, D.C.; SAMPAT, B. The Bayh-Dole Act of 1980 and university–industry technology transfer: a model for other OECD governments? *Journal of Technology Transfer*, v. 30, n. 1/2, p. 115–127, 2005.

MULYANTO. Performance of Indonesian R&D Institutions: Influence of Type of Institutions and Their Funding Source on R&D Productivity. *Technology in Society*, v. 38, n. 1, p. 148-160, 2014.

MUNARI, Federico; TOSCHI, Laura. The impact of public funding on science valorisation: an analysis of the ERC Proof-of-Concept Programme. *Research Policy*, v. 50, n. 6, p. 104211, 2021.

PRICE, Derek J. de Solla. Little Science, Big Science. [S.l.]: Columbia University Press, 1986.

ROSENBERG, Nathan. Quão exógena é a ciência. Revista Brasileira de Inovação, v. 5, n. 2, p. 241-271, 2006.

ROTOLO, Daniele; MESSENI PETRUZZELLI, Antonio. When does centrality matter? Scientific productivity and the moderating role of research specialization and cross-community ties. Journal of Organizational Behavior, v. 34, n. 5, p. 648-670, 2013.

SHAUMAN, Kimberlee A. Women in science: career processes and outcomes. Harvard university press, 2003.

STOKES, Donald E. O quadrante de Pasteur: a ciência básica ea inovação tecnológica. Unicamp, 2005.

TAHMOORESNEJAD, Leila; BEAUDRY, Catherine; SCHIFFAUEROVA, Andrea. The role of public funding in nanotechnology scientific production: Where Canada stands in comparison to the United States. Scientometrics, v. 102, n. 1, p. 753-787, 2015.