

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

Lizandra Duarte da Silva

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

Juiz de Fora

2024

Lizandra Duarte da Silva

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

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do Título de Doutora em Economia. Área de concentração: Economia:

Orientador: Dr. Eduardo Gonçalves

Coorientador: Dra. Márcia Siqueira Rapini

Juiz de Fora

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Duarte da Silva, Lizandra.

IMPACTOS DO FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO NA PRODUÇÃO CIENTÍFICA DE PESQUISADORES BRASILEIROS / Lizandra Duarte da Silva. -- 2024.

142 p.

Orientador: Eduardo Gonçalves

Coorientadora: Márcia Siqueira Rapini

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2024.

1. Financiamento público. 2. Produtividade científica. 3. Avaliação de Impacto. I. Gonçalves, Eduardo, orient. II. Siqueira Rapini, Márcia, coorient. III. Título.

Lizandra Duarte da Silva

Impactos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico na produção científica de pesquisadores brasileiros

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Economia. Área de concentração: Economia

Aprovada em 06 de setembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Eduardo Gonçalves - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Drª. Márcia Siqueira Rapini - Coorientadora
Universidade Federal de Minas Gerais

Drª. Rosa Livia Gonçalves Montenegro
Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. José Ricardo de Santana
Universidade Federal de Sergipe

Dr. Mauro Borges Lemos
Universidade Federal de Minas Gerais

Dr. Renato de Castro Garcia

Universidade Estadual de Campinas

Juiz de Fora, 14/08/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Goncalves, Professor(a)**, em 06/09/2024, às 17:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rosa Livia Gonçalves Montenegro, Professor(a)**, em 09/09/2024, às 09:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Márcia Siqueira Rapini, Usuário Externo**, em 09/09/2024, às 15:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Renato de Castro Garcia, Usuário Externo**, em 12/09/2024, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE RICARDO DE SANTANA, Usuário Externo**, em 16/09/2024, às 12:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maura Borges Lemos, Usuário Externo**, em 17/09/2024, às 19:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SFI-Ufjf (www2.ufjf.br/SFI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1922976** e o código CRC **FB99BC91**.

DEDICATÓRIA

À memória de minha mãe, Luzeni, minha maior inspiração e amor, que foi vítima da COVID-19. Sua perda deixou um vazio imenso em minha vida, mas também reforçou minha determinação em contribuir de alguma forma para destacar a importância da ciência para a vida em sociedade. No Brasil, durante a pandemia, enfrentamos não apenas o vírus, mas também a desinformação e o negacionismo científico. Que este trabalho sirva como um tributo à sua memória e às demais vítimas, e como um lembrete da importância de confiar e promover a ciência.

Mãe, você sempre me chamou de sua flor de maracujá, e hoje, me vejo como seu girassol que busca em você, meu sol, a direção que me guia. Mesmo não estando fisicamente comigo, sua luz me deu forças para continuar sonhando nossos sonhos, e este doutorado é parte desse sonho que realizamos juntas. Sua presença e amor me ajudaram a chegar até aqui, e a ti dedico esta tese.

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por nunca me desamparar.

Aos meus pais, Jesuíno e Luzeni, pelo incentivo, amor e confiança. Pai, o senhor é meu exemplo de honestidade e persistência. Mesmo diante das adversidades da vida, lutou para conquistar seus objetivos, sendo inspiração para este momento. Mãe, obrigado por ter sido sempre minha maior incentivadora e motivação.

Aos meus sobrinhos, Bernardo, Nicolas e Liz, que trazem alegria para a minha vida. À minha irmã Alana, por tudo. Sua presença torna o caminho menos pesado.

Ao seu João que foi e continuará sendo mais que um padrasto, minha gratidão.

Aos meus orientadores, Eduardo Gonçalves e Márcia Rapini, meu sincero reconhecimento. Ao Eduardo, agradeço imensamente não apenas pela excelência na orientação, mas também por ser uma fonte de apoio durante meu período de luto. Obrigada por respeitar meu tempo e por sua persistência em me acompanhar até este momento. À Márcia, muito obrigada pela confiança e parceria renovada, pelo cuidado constante e pelos valiosos conhecimentos que me foram transmitidos

À banca examinadora deste trabalho: José Ricardo de Santana, que me orientou no mestrado e cuja presença na minha banca de doutorado me enche de gratidão; Rosa Livia Gonçalves Montenegro; Renato de Castro Garcia; e Mauro Borges Lemos, pelas contribuições ao trabalho. Aos profissionais de economia da UFJF, especialmente ao André do ECONS e à professora Juliana (UFJF/GV).

Aos meus queridos amigos Gregory, Libania e Natália, minha gratidão é infinita. Gostaria de conseguir expressar o quanto cada um de vocês é importante para mim e o quanto sou feliz por tê-los em minha vida. Também quero agradecer às amizades que fiz ao longo do doutorado e que desejo manter para sempre, especialmente Jady, Lucas, Cláudio e André. Vocês tornaram minha jornada mais especial.

À família que se tornou minha: Edilza e Wladimir, não tenho palavras para agradecer tudo que fizeram por mim. Ao Anthony e à neném (ambos *in memoriam*), agradeço saudosamente a história vivida no início do doutorado. Queria que estivessem aqui, junto com minha mãe, para comemorarmos o fim dessa jornada.

Por fim, agradeço ao Programa de Pós-graduação em Economia da UFJF, pela oportunidade e aprendizado, ao apoio financeiro da FAPEMIG e CAPES e a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação.

RESUMO

O estudo investiga o impacto do financiamento público, via Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) na quantidade de artigos publicados por pesquisadores entre 1998 e 2016. A hipótese central é que o financiamento público tem um efeito positivo sobre a produção científica dos pesquisadores. Para testar essa hipótese, foram utilizadas abordagens econométricas, que ajudam a minimizar a possível endogeneidade. A metodologia envolveu a comparação de dados de pesquisadores financiados e não financiados antes e depois da implementação do financiamento pelo FNDCT. Variáveis de controle foram incluídas nas análises para garantir a precisão dos resultados.

Os resultados destacam a eficácia das políticas de financiamento público em promover a produção científica, embora o impacto tenha diminuído nos últimos anos do período analisado. A análise temporal revelou que o financiamento teve um efeito positivo inicial que se estabilizou ao longo do tempo, refletindo um padrão em forma de J, onde o impacto positivo cresce lentamente no início, aumenta significativamente e depois estabiliza. É importante considerar que 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 ou à falta de constância no financiamento público.

O estudo conclui que o financiamento público via FNDCT teve um impacto positivo na produção científica brasileira, aumentando a quantidade de artigos publicados e sustentando a pesquisa durante períodos de crise. No entanto, a volatilidade e a redução dos recursos ao longo dos anos destacam a necessidade de políticas de financiamento mais estáveis e previsíveis para garantir a continuidade e o progresso da ciência no Brasil. Além disso, a redução média dos artigos publicados foi maior para os pesquisadores não financiados, indicando que o financiamento público ajudou a mitigar a queda na produção científica. A Tese sublinha a necessidade de um compromisso contínuo e estável com o financiamento público para a pesquisa, essencial para o avanço da ciência, e para o desenvolvimento econômico e social mais amplo do país. Por fim, o estudo destaca a importância de políticas públicas que assegurem um financiamento consistente e suficiente para a ciência e tecnologia, considerando o papel crucial dessas áreas para a inovação e o crescimento econômico sustentado.

ABSTRACT

The study investigates the impact of public funding, through the National Fund for Scientific and Technological Development (FNDCT), on the number of articles published by researchers between 1998 and 2016. The central hypothesis is that public funding has a positive effect on researchers' scientific output. To test this hypothesis, econometric approaches were used to help minimize potential endogeneity. The methodology involved comparing data from funded and non-funded researchers before and after the implementation of funding by the FNDCT. Control variables were included in the analyses to ensure the accuracy of the results.

The findings highlight the effectiveness of public funding policies in promoting scientific production, although the impact has diminished in the latter years of the period analyzed. The temporal analysis revealed that the funding had an initial positive effect that stabilized over time, reflecting a J-shaped pattern where the positive impact grows slowly at the beginning, increases significantly, and then stabilizes. It is important to consider that it is not possible to determine whether the apparent decline in the magnitude of the positive effects in more recent years is due to a natural stabilization after a period of growth or to a lack of consistency in public funding.

The study concludes that public funding through the FNDCT had a positive impact on Brazilian scientific production, increasing the number of published articles and sustaining research during periods of crisis. However, the volatility and reduction of resources over the years highlight the need for more stable and predictable funding policies to ensure the continuity and progress of science in Brazil. Moreover, the average reduction in published articles was greater for non-funded researchers, indicating that public funding helped mitigate the decline in scientific production. The thesis underlines the need for a continuous and stable commitment to public funding for research, essential for the advancement of science, and for broader economic and social development of the country. Finally, the study underscores the importance of public policies that ensure consistent and sufficient funding for science and technology, considering the crucial role these areas play in innovation and sustained economic growth.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - GRAUS DE INCERTEZA ASSOCIADOS A VÁRIOS TIPOS DE INOVAÇÃO	10
QUADRO 2 - BRASIL - EVOLUÇÃO DO MARCO REGULATÓRIO DO FNDCT.....	23
QUADRO 3 - RESUMO DOS ESTUDOS DE AUTORES SELECIONADOS SOBRE A AVALIAÇÃO DO EFEITO DO FINANCIAMENTO PÚBLICO NA PRODUÇÃO CIENTÍFICA	41
QUADRO 4 - VARIÁVEIS ANALISADAS, SINAL ESPERADO, FONTE E CONSTRUÇÃO	59

LISTA DE TABELAS

FIGURA 1 - MODELO DE QUADRANTES DA PESQUISA CIENTÍFICA	9
FIGURA 2 - MODELO DINÂMICO E REVISADO	11
FIGURA 3 - ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL DA GOVERNANÇA DO FNDCT DO PERÍODO ANALISADO	26
FIGURA 4 - RELAÇÃO ENTRE OS INSTRUMENTOS EXÓGENOS COM O FINANCIAMENTO	53
FIGURA 5 - EVOLUÇÃO DO FINANCIAMENTO NO BRASIL (2001-2016)	63
FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DO VALOR DESTINADO A FINANCIAMENTO VIA FNDCT POR MEIO DO CNPQ (BRASIL E REGIÕES BRASILEIRAS, 2001 – 2016).....	66
FIGURA 7 - FINANCIAMENTO PARA AS GRANDES REGIÕES BRASILEIRAS (2001 A 2016)	67
FIGURA 8 - EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO FINANCIAMENTO NAS UNIDADES FEDERATIVAS BRASILEIRAS (2001 – 2016).....	69
FIGURA 9 - FINANCIAMENTO PARA AS GRANDES ÁREAS DO CONHECIMENTO (BRASIL, 2001 A 2016).....	70
FIGURA 10 - EVOLUÇÃO DA QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS NO BRASIL (1998 – 2016)	71
FIGURA 11 - DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DA QUANTIDADE DE ARTIGOS PRODUZIDOS (BRASIL, 1998 – 2016).....	73
FIGURA 12 - PERCENTUAL DE ARTIGOS PUBLICADOS PELOS PESQUISADORES ANALISADOS POR REGIÃO (BRASIL, 1998 – 2016)	74
FIGURA 13 - DISTRIBUIÇÃO DE PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO (BRASIL, 1998 – 2016).	76
FIGURA 14 - CICLO DE VIDA DOS PESQUISADORES BRASILEIROS 2006-2016.....	78
FIGURA 15 - PRODUÇÃO DE ARTIGOS POR PESQUISADOR, SEGUNDO GÊNERO (2006 A 2016)	79
FIGURA 16 - MÉDIA DE ARTIGOS PUBLICADOS PELOS PESQUISADORES FINANCIADOS E NÃO FINANCIADOS (1995 - 2016)	91
FIGURA 17- 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)	95
FIGURA 18 - DIFERENÇA NA MÉDIA DE PUBLICAÇÃO ENTRE TRATAMENTO E CONTROLE POR PERÍODO	97
FIGURA 19 - EFEITO TEMPORAL SOBRE O NÚMERO DE PUBLICAÇÕES DOS PESQUISADORES FINANCIADOS	101

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DISTRIBUIÇÃO DO FINANCIAMENTO DO FNDCT VIA FNDCT POR MEIO DO CNPQ (BRASIL E REGIÕES BRASILEIRAS, 2001 – 2016).	63
TABELA 2 - ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DAS VARIÁVEIS QUANTITATIVAS (2001 – 2016).....	77
TABELA 3 - DETERMINANTES DA PRODUÇÃO DE ARTIGOS DOS PESQUISADORES BRASILEIROS (1998 – 2016), (MODELO DE POISSON COM EFEITOS FIXOS).	82
TABELA 4 - DETERMINANTES DA PRODUÇÃO DE ARTIGOS DOS PESQUISADORES BRASILEIROS (CROSS-SECTION DEFASADA COM VARIÁVEIS INSTRUMENTAIS, 2006-2016).	84
TABELA 5 - RESULTADOS DA ESTIMATIVA PARA DIVERSOS INSTRUMENTOS	85
TABELA 6 - DISTRIBUIÇÃO DOS PESQUISADORES FINANCIADOS E NÃO FINANCIADOS PELO FNDCT ANTES E DEPOIS DE 2001	87
TABELA 7 - ESTIMATIVA DOS COEFICIENTES DO MODELO LOGIT PARA RECEBIMENTO DE FINANCIAMENTO DO FNDCT (1995 - 2016).....	88
TABELA 8 - DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS DE CONTROLE E TRATAMENTO ANTES E DEPOIS DE 2001	89
TABELA 9 - IMPACTO DO FINANCIAMENTO, POR MEIO DO FNDCT, NA QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS PELOS PESQUISADORES	92
TABELA 10 – IMPACTO DO FINANCIAMENTO, POR MEIO DO FNDCT, NA QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS PELOS PESQUISADORES CONSIDERANDO <i>DUMMIES</i> DE PERÍODO	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Sigla	Significado
AFRMM	Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante
BRASIL	Utilizada para referenciar as leis e normas brasileiras
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CSLL	Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CT-Infra C&T	Fundo de Infra-Estrutura
CT-Petro	Fundo do Setor Petróleo e Gás Natural
DD	Diferenças em Diferenças
DE	Dedicação Exclusiva
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENAP	Escola Nacional de Administração Pública
EUA	Estados Unidos da América
FAP's	Fundações de Amparo à Pesquisa
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FUNTEL	Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações
FVA	Fundo Verde-Amarelo
GMM	Generalized Method of Moments
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICTs	Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação
IoT	Internet das Coisas
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
ISSN	International Standard Serial Number
IVPOISSON	Instrumental Variable Poisson
LDO	Lei de Diretrizes Orçamentárias
LOA	Lei Orçamentária Anual
LRF	Lei de Responsabilidade Fiscal
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MITIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MPO	Ministério do Planejamento e Orçamento

MPOG	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
OPI	Orçamento Plurianual de Investimentos
OSRD	Scientific Research and Development
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PPA	Plano Plurianual
QRAC	Quadro de Recursos e de Aplicação de Capital
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SOF	Secretaria de Orçamento Federal
SRI	Sistema Regional de Inovação
2SLS	Two-Stage Least Squares

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. ESTRATÉGIAS E DINÂMICAS DO FINANCIAMENTO PÚBLICO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA	8
2.1 FINANCIAMENTO PÚBLICO E DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO: NATUREZA DA CIÊNCIA E POLÍTICAS CIENTÍFICAS	8
2.2 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA FOMENTAR A CT&I NO BRASIL.....	16
2.3 FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO: ESTRUTURA E HISTÓRICO	22
2.3.1 <i>FNDCT: OS FUNDOS SETORIAIS BRASILEIROS</i>	22
2.4 SISTEMA ORÇAMENTÁRIO BRASILEIRO E O FNDCT	32
2.4.1 <i>Plano Plurianual (PPA)</i>	32
2.4.2 <i>Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO)</i>	33
2.4.3 <i>Lei Orçamentária Anual (LOA)</i>	35
2.4.4 <i>LEIS ORDINÁRIAS E O FNDCT NO PERÍODO DE 2001 A 2016</i>	37
2.5 FINANCIAMENTO PÚBLICO E PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA.....	40
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	46
3.1 ESTRATÉGIA EMPÍRICA	46
3.2 MODELOS ECONOMETRÍCOS	47
3.2.1 <i>Dados em painel</i>	47
3.2.2 <i>Poisson</i>	49
3.2.3 <i>Cross section</i>	50
3.2.4 <i>DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS</i>	54
3.2.5 <i>MODELO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS ESTENDIDOS</i>	56
3.3 DESCRIÇÃO DA BASE DE DADOS	59
4. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS	62
4.1 VARIÁVEL INDEPENDENTE – FINANCIAMENTO.....	62
4.2 VARIÁVEL DEPENDENTE – QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS	71
4.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA.....	77
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	81
5.1 RESULTADOS ECONOMETRÍCOS	81
5.1.1 <i>PAINÉIS DE POISSON E A ANÁLISE CROSS-SECTION COM DEFASAGEM TEMPORAL</i>	81
5.2.1 <i>AVALIANDO A ROBUSTEZ DAS ESTIMATIVAS</i>	84
5.2 MODELO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS	87
6. CONCLUSÕES	104
7. REFERÊNCIAS	110

1. INTRODUÇÃO

A pesquisa universitária tem o potencial de gerar progresso tecnológico e crescimento econômico mais inclusivo (BENNER e SANDSTRÖM, 2000; BOZEMAN e YOUTIE, 2017; MUNARI e TOSHI, 2021). Nesse sentido, o conhecimento científico se destacou como um impulsor para o desenvolvimento econômico, estreitamente ligado à tecnologia a partir da segunda revolução industrial (ROSENBERG, 2006). Com isso, a produção científica gerada pelas universidades passou a integrar o conceito de inovação tecnológica, tornando-se um componente fundamental na geração de riqueza de um país (CRUZ, 2006). No entanto, é importante destacar que as tecnologias desenvolvidas nas universidades geralmente são descobertas iniciais ou embrionárias, mas muitas vezes não são plenamente desenvolvidas (MOWERY; SAMPAT, 2005) englobando todos os tipos de incerteza presentes no processo de inovação para ademais da dificuldade de financiamento.

O financiamento é um dos pilares que sustentam essa jornada rumo ao progresso do conhecimento científico, portanto, sua falta pode ser um fator limitador (PRICE, 1986). No entanto, apesar do conhecimento desse fato, nos países em desenvolvimento, as crises financeiras têm potencializado a redução dos recursos destinados à ciência e tecnologia, prejudicando a pesquisa científica e o progresso tecnológico. Diante desse desafio, é fundamental reconhecer que, por causa do alto risco envolvido e a incerteza quanto aos resultados, investidores do setor privado evitam arriscar seus recursos financeiros em pesquisa de longo prazo. Se o governo não desempenhar esse papel, muitas pesquisas com potencial de desenvolvimento podem ser abandonadas (MOWERY e SAMPAT, 2005; MAZZUCATO, 2014; BAKKER, 2013; CARAYOL e LANOE, 2018).

O financiamento público pode, portanto, desempenhar um papel importante na manutenção, orientação da pesquisa e do desenvolvimento em direção a objetivos sociais e econômicos mais amplos. Ao fazer isso, o governo pode ajudar a direcionar a pesquisa para áreas que são importantes para a sociedade como um todo (STOKES, 2005; MAZZUCATO, 2014). Além disso, ao financiar a pesquisa, o governo cria uma externalidade positiva, uma vez que o impacto social muitas vezes supera o impacto privado. Isso ocorre porque os benefícios da pesquisa financiada pelo governo geralmente se estendem além do setor ou empresa que a conduziu,

beneficiando toda a sociedade com inovações, avanços tecnológicos e melhorias na qualidade de vida.

Apesar da importância do financiamento, na maioria das vezes, ele não é linear. Para atenuar a descontinuidade da pesquisa, muitos países criaram programas públicos para financiar a ciência, principalmente, após a Segunda Guerra Mundial, se mantendo até a primeira década do século 21 (ARORA e GAMBARDELLA, 2005; ROSENBERG, 2006; CRUZ, 2006). Estudos mostram que esses programas têm sido fundamentais para o desenvolvimento científico e tecnológico (ARORA e GAMBARDELLA, 2005; ROSENBERG, 2006; CRUZ, 2006). Entretanto, devido às crises econômicas enfrentadas pelos países, os orçamentos públicos para ciência têm sido reduzidos, o que potencializou as cobranças por parte do governo e da sociedade para saberem os resultados desses investimentos (GEUNA, 2001; BEAUDRY e ALLAOUI, 2012; HOTTENROTT e LAWSON, 2017; GANGULI, 2017). Além disso, há uma discussão crescente sobre a necessidade de alinhar os investimentos científicos com as necessidades sociais e de desenvolvimento econômico (LATOURE, 2004; STOKES, 2006). É importante que sejam consideradas todas essas questões para garantir o uso eficiente dos recursos financeiros e o alcance dos objetivos desejados na pesquisa científica.

Esta tese se concentra no contexto do Brasil, uma nação em desenvolvimento que busca expandir suas capacidades de pesquisa e inovação para se tornar mais competitiva internacionalmente. Para alcançar esse objetivo, uma das principais políticas do Brasil foi a criação em 1999 dos fundos setoriais do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), que desde então é um dos principais motores e fomentadores da ciência e tecnologia no país. O FNDCT é um fundo contábil e financeiro destinado a apoiar a pesquisa e o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil. É gerenciado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e seus recursos são provenientes de fontes diversas, como o orçamento federal. O FNDCT, por meio dos fundos setoriais, tem como objetivo principal dar estabilidade aos recursos financeiros para apoiar a pesquisa científica e tecnológica, além de promover a inovação e o desenvolvimento de tecnologias avançadas que possam contribuir para o desenvolvimento econômico e social do país (FINEP, 2024a).

Essa iniciativa se alinha diretamente com o compromisso estabelecido na Constituição Brasileira de 1988, que garante no Capítulo IV, dedicado à Ciência e

Tecnologia, que o Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação (BRASIL, 1988). A emenda constitucional 85/15 reforça ainda mais esse compromisso, ressaltando a prioridade dada à pesquisa científica básica e tecnológica, visando o bem público e o progresso da ciência, tecnologia e inovação (BRASIL, 85/2015). Além disso, a Constituição estabelece que a pesquisa tecnológica deve voltar-se preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional, reforçando a importância de iniciativas como o FNDCT para impulsionar o progresso científico e tecnológico do país.

No entanto, mesmo diante desses compromissos constitucionais claros e dos próprios objetivos, o FNDCT enfrenta desafios significativos em relação aos seus recursos financeiros. Em 2013, o orçamento aplicado pelo fundo era de R\$ 2,5 bilhões, enquanto em 2018 esse valor havia caído para R\$ 766 milhões, representando uma redução de cerca de 70% no período. Em 2019, o valor executado pelo FNDCT foi de apenas 7% do valor previsto no Projeto de Lei, o que equivale a cerca de R\$ 300 milhões (DE NEGRI e KOELLER, 2019). Essa queda nos recursos do FNDCT pode estar impactado diretamente a produção científica e tecnológica do país, uma vez que muitos projetos de pesquisa não estão sendo financiados e, portanto, não estão sendo desenvolvidos. De acordo com o Plano de Investimentos para o FNDCT em 2018, seriam necessários cerca de R\$ 1,1 bilhão em 2019 para custear os projetos já aprovados em anos anteriores. No entanto, com o orçamento do fundo de pouco mais de R\$ 850 milhões em 2019, não seria possível nem mesmo custear os investimentos já contratados (DE NEGRI e KOELLER, 2019).

O financiamento da pesquisa é um tópico que tem sido objeto de discussões tanto no âmbito acadêmico quanto político, uma vez que é fundamental para o desenvolvimento, geração e avanço do conhecimento científico. Contudo, a discussão anteriormente levantada, embora válida, são pautadas, em sua maioria, para países desenvolvidos e devemos considerar que as dinâmicas de financiamento e as necessidades do Brasil podem diferir significativamente das de outras nações. Portanto, é essencial abordar essas discussões à luz das características peculiares do Brasil, reconhecendo sua grande diversidade geográfica e socioeconômica

Diante desse cenário, avaliar o efeito do FNDCT para ciência no Brasil pode ajudar a entender como os recursos financeiros são utilizados e se eles estão

contribuindo para o desenvolvimento científico e tecnológico do país, objetivo de sua criação. Um entre os vários programas de fomento a CTI do FNDCT, passivo de ser avaliado, é a concessão de bolsas de pesquisa, que visam à capacitação de recursos humanos para a geração de pesquisas científicas e tecnológicas. Portanto, esta Tese objetiva avaliar o impacto do financiamento público sobre a pesquisa, concentrando-se no FNDCT, em um contexto que é intrinsecamente brasileiro. Para isto, variável dependente será o resultado da produção de artigos no Brasil, em termos de quantidade dos artigos publicados pelos pesquisadores¹ e como a variável independente o financiamento concedido a cada pesquisador, que será medida por uma *dummy* que corresponde a 1 se o pesquisador foi beneficiado e 0, caso contrário. Dessa forma, buscamos não apenas contribuir para o entendimento geral sobre o impacto do financiamento da pesquisa, mas também trazer uma perspectiva específica que leve em consideração as particularidades desse país em desenvolvimento. Em específico, tem-se como hipótese central que: O FNDCT tem sido uma política pública efetiva para aumentar a produtividade científica dos pesquisadores brasileiros, contribuindo para o cumprimento dos objetivos nacionais de desenvolvimento científico. Este objetivo insere-se no estágio de avaliação de uma política pública, conforme Saravia (2007) onde a avaliação analisa os efeitos produzidos pelas políticas, medindo e analisando tanto realizações quanto consequências imprevistas. Avaliar o impacto do FNDCT é, portanto, uma etapa essencial para compreender a eficácia e a eficiência desta política pública, permitindo ajustes e melhorias contínuas.

É importante notar que a relação entre financiamento público e produção científica não é direta e simples (MUNARI e TOSHI, 2021). O maior desafio de avaliar o impacto do financiamento público sobre a quantidade de artigos publicados é a endogeneidade. Esse problema ocorre quando variáveis explicativas estão correlacionadas com o termo de erro, resultando em estimativas viesadas. A produtividade científica passada pode aumentar a probabilidade de receber financiamento, criando um ciclo de causalidade reversa que distorce as estimativas de impacto (JACOB e LEFGREN, 2011a). Além disso, muitas vezes podem existir variáveis omitidas ou erros de mensuração que estejam correlacionados tanto com o financiamento quanto com a produção científica. Por exemplo, se variáveis

¹ Para fins desta tese, considera-se "pesquisador" aqueles que publicaram pelo menos uma vez no período analisado.

importantes, como a qualidade das instituições de pesquisa, não forem incluídas, isso pode enviesar as estimativas do impacto do financiamento (DEFAZIO, LOCKETT e WRIGHT, 2008; BENAVENTE et al., 2012). A simultaneidade também é um problema, pois pode ser difícil distinguir se o financiamento leva a mais publicações ou se pesquisadores mais produtivos têm mais chances de receber financiamento (CHUDNOVSKY *et al.*, 2008; JACOB E LEFGREN, 2011a).

Para tentar lidar com as principais dificuldades metodológicas na avaliação do impacto do financiamento público e garantir que estamos realmente estimando o efeito, esta pesquisa inova na literatura brasileira ao combinar vários métodos econométricos para minimizar as possíveis fontes de endogeneidade, além de utilizar dados de todos os pesquisadores contidos na plataforma Lattes (1995 a 2016) e de todos que receberam financiamento do FNDCT, via CNPq (2001 a 2016), algo também inédito. Utilizou-se o modelo de Painel Poisson, adequado para dados de contagem, que controla para características individuais não observadas, como habilidades e experiências prévias. Adicionalmente, o modelo *Cross-Section* Poisson Defasada com Variável Instrumental minimizando problemas de simultaneidade, utilizando variáveis instrumentais correlacionadas apenas com o financiamento, garantindo estimativas robustas e confiáveis. O modelo de Diferença em Diferença isola o efeito causal do financiamento, comparando mudanças na produção científica entre grupos tratados e de controle antes e depois do financiamento, mitigando problemas de causalidade reversa. Finalmente, o modelo de Diferença em Diferença Estendido com Efeitos Fixos para os financiados permite uma análise detalhada do comportamento temporal dos pesquisadores financiados e ajuda a controlar para variáveis omitidas que são constantes ao longo do tempo dentro dos indivíduos.

O estudo é estruturado em quatro capítulos, além da introdução e conclusão, abordando a relação entre ciência e desenvolvimento econômico no Brasil. O Capítulo 2 é dividido em cinco partes. A Seção 2.1 explora a relação entre ciência e tecnologia, destacando a evolução do modelo linear de inovação para uma abordagem mais complexa, com exemplos históricos e empíricos ilustrando o papel do financiamento público. A Seção 2.2 examina as políticas nacionais e o papel do FNDCT no financiamento da pesquisa, discutindo a trajetória histórica e a importância do apoio governamental contínuo. A Seção 2.3 apresenta a evolução histórica do FNDCT, incluindo seus objetivos, fontes de financiamento, estrutura e governança. A Seção 2.4 discute as interações entre o sistema orçamentário brasileiro e o FNDCT,

abrangendo o PPA, LDO e LOA. Finalmente, a Seção 2.5 examina o impacto do financiamento público na produtividade científica com base em evidências empíricas, discutindo os efeitos sobre a quantidade e qualidade dos artigos científicos e a influência de fatores como colaboração, gênero e idade.

O terceiro capítulo descreve a estratégia empírica utilizada para avaliar o impacto do FNDCT na quantidade de artigos publicados por pesquisadores brasileiros. São abordadas as teorias das estratégias complementares: dados em painel *Poisson*, *cross-section Poisson* com defasagem temporal e variável instrumental, diferenças em diferenças e diferenças em diferenças estendido para os financiados. Apresenta-se também a construção da base de dados exclusiva, que combina informações do FNDCT e da plataforma Lattes do CNPq. As variáveis analisadas, suas fontes e construções são detalhadas, juntamente com a justificativa para a seleção dos pesquisadores e a limpeza dos dados.

O Capítulo 4 apresenta uma análise exploratória dos dados. Neste capítulo, será examinada a evolução dos recursos dos fundos setoriais de 2001 a 2016 e a quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores entre 1998 e 2016, além de análises descritivas das variáveis de controle. A distribuição de financiamento para pesquisa científica nas diferentes regiões do Brasil e como essa distribuição evoluiu ao longo do período analisado serão descritas. A evolução da quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores brasileiros, com base em dados da plataforma Lattes, também será abordada. Adicionalmente, o capítulo apresenta um comparativo das variáveis quantitativas referentes aos pesquisadores que foram e não foram financiados pelo FNDCT, incluindo a quantidade de artigos científicos publicados, número de coautores, orientandos e a idade dos pesquisadores. As diferenças na produtividade científica e colaboração entre os pesquisadores financiados e não financiados, bem como a relação entre gênero e produção científica, são exploradas.

Por fim, o Capítulo 5 apresenta e discute os resultados obtidos por meio das abordagens econométricas selecionadas. Foram discutidos os resultados do modelo de Painel Poisson, que controlou as características individuais não observadas. Adicionalmente, foram apresentados e discutidos os resultados do modelo Cross-Section Poisson com Defasagem Temporal e Variável Instrumental, que minimizou problemas de simultaneidade utilizando variáveis instrumentais correlacionadas apenas com o financiamento. Também foram apresentados os resultados do modelo de Diferença em Diferenças, comparando mudanças na produção científica entre

grupos tratados e de controle antes e depois do financiamento, mitigando problemas de causalidade reversa. Finalmente, os resultados do modelo de Diferença em Diferença Estendido com Efeitos Fixos para os financiados forneceram uma análise detalhada do comportamento temporal dos pesquisadores financiados. A discussão final compara os resultados encontrados com a literatura existente, destacando a importância do financiamento público para a produção científica e o desenvolvimento econômico do Brasil.

Ao término desta tese, almeja-se proporcionar uma contribuição significativa para o aprofundamento do diálogo sobre o financiamento público da pesquisa científica no Brasil, bem como para a avaliação da eficácia e validade da implementação do FNDCT com essa finalidade. Este trabalho busca evidenciar a importância do FNDCT para o país e para a ciência nacional. Com os resultados obtidos, espera-se oferecer subsídios para a tomada de decisões em políticas públicas voltadas ao fomento da ciência e tecnologia, reforçando a necessidade de um suporte financeiro contínuo e estável para a manutenção e o avanço da capacidade científica do Brasil. Os achados deste trabalho também visam contribuir para a discussão sobre a gestão eficiente dos recursos públicos, promovendo melhorias na alocação de fundos para a pesquisa científica. A demonstração de resultados positivos e significativos, decorrentes do financiamento pelo FNDCT, pode influenciar a criação de políticas mais assertivas e bem direcionadas, que fortaleçam a ciência nacional e, conseqüentemente, impulsionem o desenvolvimento econômico e social do país.

2. ESTRATÉGIAS E DINÂMICAS DO FINANCIAMENTO PÚBLICO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo explorar a relação entre ciência e financiamento público, começando por uma visão global das políticas científicas e tecnológicas. A análise inicial abrange a importância do financiamento público na produção científica e como diferentes países têm estruturado suas políticas para promover o desenvolvimento científico e tecnológico. Posteriormente, o foco se volta para o Brasil, examinando as políticas nacionais e o papel do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) no financiamento da pesquisa. Por fim, o capítulo discute estudos empíricos que evidenciam o impacto positivo do financiamento público na produtividade científica, com ênfase em países desenvolvidos.

2.1 FINANCIAMENTO PÚBLICO E DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO: NATUREZA DA CIÊNCIA E POLÍTICAS CIENTÍFICAS

O reconhecimento da importância da ciência e tecnologia para o desenvolvimento econômico já está consolidado conforme demonstrado por Solow (1987) e Schumpeter (1911). A discussão mais recente é sobre como a ciência e a tecnologia se relacionam. Embora o modelo linear de inovação, prevalente após a Segunda Guerra Mundial, sugerisse que a ciência era produzida e posteriormente transformada em tecnologia, essa interação é mais complexa do que se pensava inicialmente. A pesquisa científica muitas vezes é moldada por necessidades práticas e interesses externos, ilustrando uma interação constante entre os aspectos puros e aplicados da ciência, bem como o papel do financiamento público.

Merton (2013), por exemplo, mostrou como a pesquisa científica foi moldada para resolver problemas militares, indicando que a tecnologia não é simplesmente um subproduto da ciência. Muitos problemas científicos derivados na pesquisa em balística exterior estavam diretamente relacionados aos interesses práticos dos investigadores. Isso sugere que os valores e objetivos da pesquisa científica eram moldados por essas influências práticas, indicando uma interação constante entre os aspectos puros e aplicados da ciência.

Nesse contexto, pesquisas científicas também podem ser influenciadas por considerações econômicas e práticas, levando a uma interação estreita entre os dois domínios (ROSENBERG, 2006). Como Kuhn (1962) argumentou, a pesquisa científica não é realizada no vácuo, mas é influenciada pelos paradigmas, valores e interesses predominantes da comunidade científica e da sociedade em geral. Da mesma forma, o desenvolvimento tecnológico não é impulsionado apenas pelo conhecimento científico, mas também por fatores econômicos, políticos e culturais que moldam a demanda por novas tecnologias.

Para Stokes (2005) existe uma falsa dicotomia entre a considerada ciência básica, que tem como objetivo principal aumentar o conhecimento científico, sem necessariamente ter uma aplicação prática específica em mente, e a ciência aplicada, que tem como objetivo resolver problemas práticos e aplicar os conhecimentos adquiridos na pesquisa básica para criar produtos e tecnologias, sem perder seu caráter exploratório fundamental, refletindo o conceito de inovação aberta no ambiente acadêmico. Stokes (2005) argumenta que a pesquisa científica pode ser básica e aplicada, e que a abordagem "inspirada no uso" da investigação científica pode levar a inovações tecnológicas significativas que beneficiam a sociedade, não só no longo prazo. Para corroborar, desenvolveu o modelo de quadrantes da pesquisa científica (Figura 1).

Figura 1 - Modelo de quadrantes da pesquisa científica

Pesquisa inspirada por:		Considerações de uso?	
		Sim	Não
Busca de entendimento fundamental?	Sim	Pesquisa básica pura (Bohr)	Pesquisa básica inspirada pelo uso (Pasteur)
	Não		Pesquisa aplicada pura (Edison)

Fonte: Stokes (2009, p. 118)

Portanto, a relação entre ciência e tecnologia não pode ser reduzida a um modelo linear simples de produção e aplicação. Sendo mais bem classificada como um processo complexo e multifacetado que envolve influência e coevolução mútuas,

bem como fatores sociais, culturais e políticos que moldam a direção e a natureza da pesquisa científica e do desenvolvimento tecnológico (PEREZ, 2010). O reconhecimento da natureza complexa e dinâmica do relacionamento entre a ciência e a tecnologia se faz necessário para contribuir com o debate do financiamento público para a pesquisa (FREEMAN e SOETE, 1997).

Nesse contexto, Freeman e Soete classificam a pesquisa fundamental no nível mais alto de incerteza, como demonstra o Quadro 1. Esta classificação advém não apenas da incerteza derivada da assimetria de informações no processo inovativo, mas também da ocorrência de problemas técnico-econômicos para os quais as soluções são desconhecidas, e da dificuldade de prever as consequências das ações. Além disso, os investimentos em pesquisa fundamental frequentemente levam um longo período para se maturar (DOSI, 1988; FREEMAN, 1974).

Quadro 1 - Graus de incerteza associados a vários tipos de inovação

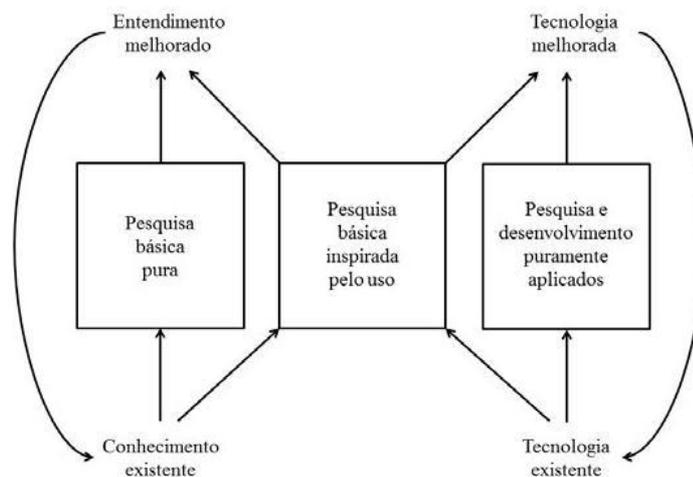
1. Incertezas verdadeiras	Pesquisa fundamental Inventos fundamentais
2. Níveis muito alto de incerteza	Inovações radicais de produtos Inovações radicais de processos realizadas fora da firma
3. Altos níveis de incerteza	Importantes inovações de produtos Inovações radicais de processos obtidas no próprio estabelecimento ou contexto da firma
4. Incertezas moderadas	Novas “gerações” de produtos já existentes
5. Pouca incerteza	Inovações licenciadas Imitação de inovação de produtos Modificação de produtos e processos Adoção antecipada de processos já existente
6. Muito pouca incerteza	Novos “modelos” Diferenciação de produtos Providências para inovação de produtos já existentes Adoção tardia de inovações de processo já existente e de operação flanqueadas no próprio estabelecimento Melhorias técnicas menores

Fonte: Freeman & Soete (1997).

O Quadro 1 ajuda a ilustrar como a pesquisa fundamental enfrenta desafios únicos, reforçando a ideia de que a inovação é um processo dinâmico e interdependente. Em vez de seguir um caminho linear, a evolução da ciência e da tecnologia pode envolver uma interação contínua onde avanços em um campo frequentemente impulsionam descobertas no outro, evidenciando a complexidade e a necessidade de políticas públicas que possam apoiar essa interconexão dinâmica.

Nesse contexto, é necessário considerar “o papel criticamente importante da pesquisa básica inspirada pelo uso, de fazer ligação entre as trajetórias semi-autônomas do entendimento científico e do conhecimento tecnológico” pois, é esse reconhecimento que tem potencial de “ajudar a renovar o pacto entre a ciência e o governo, um pacto que deve também conferir apoio a pesquisa básica pura” (STOKES, 2005, pg.140). Para ajudar na compreensão, Stokes (2005) também apresentou um modelo dinâmico e revisado, de como a pesquisa se relaciona com a tecnologia, como apresenta a Figura 2.

Figura 2 - Modelo dinâmico e revisado



Fonte: Stokes (2005, p. 138)

Nelson (1959) e Arrow (1962) ressaltaram a importância do apoio do governo na ciência, pautados na premissa neoclássica, de que a pesquisa básica é incerta, tornando difícil prever e, portanto, se forem deixadas para o mercado, o financiamento seria abaixo do nível socialmente desejados. Entretanto, apenas esse argumento não foi suficiente para manter em patamares elevados o financiamento governamental a pesquisa universitária. As universidades eram os maiores beneficiários dos financiamentos do governo dos EUA à ciência durante o início do pós da Segunda Guerra Mundial “consequência disso foi a mudança da ênfase da pesquisa universitária, do atendimento das necessidades da indústria civil para o estudo dos problemas vinculados à saúde e à defesa” (Nelson, 2004, p. 340), motivados pela percepção do modelo linear de inovação não se manter (Stokes, 2005).

Para diminuir esse problema, Stokes (2005) elencou três razões para a fortalecer a ponte entre a ciência e governo: 1ª: “A inspiração que a pesquisa básica

pode intuir das necessidades sociais reforça seu apelo por apoio público na comunidade de políticas e no público ao qual essa comunidade responde” p.154. com isso, aumentar o apoio público a pesquisa científica e fortalecer a posição do governo da defesa do investimento a ciência e tecnologia. 2ª: *“O valor, para a sociedade, da pesquisa básica inspirada pelo uso dentro de um campo científico fortalece o argumento a favor do apoio a pesquisa pura da qual depende, em parte o desenvolvimento deste campo”* p.161. que pode resultar em benefícios econômicos e sociais para o governo 3ª: *“A incerteza sobre quem vai capturar os benefícios tecnológicos do conhecimento científico novo é diminuída quando a pesquisa básica é diretamente influenciada pelo seu uso potencial”* p.163. de modo que o governo pode orientar os investimentos em pesquisas de acordo com as prioridades nacionais reduzindo a incerteza de que os benéficos sejam capturados pelo país.

Mais precisamente, Stokes (2005) defende que é especialmente importante que o financiamento estatal seja destinado à pesquisa no quadrante de Pasteur (Figura 1), uma vez que as empresas privadas tendem a financiar pesquisas no quadrante de Bohr, onde os ganhos comerciais são mais imediatos. Isso acontece porque é difícil estabelecer e proteger o direito de propriedade sobre os avanços da pesquisa básica, e porque os benefícios da pesquisa básica podem ser maiores para a sociedade como um todo do que para os investidores privados (DASGUPTA e DAVID, 1994; BAKKER, 2013).

Nesse sentido, os neoschumpeterianos reconhecem que o Estado não é passivo em relação ao processo inovativo e defendem a criação de políticas públicas fortes e pacientes para o apoio à ciência básica, à tecnologia fundamental e à inovação radical (SCHUMPETER, 1911; FREEMAN, 1974). Stokes (2005) sugere que as agências de financiamento estatal devem priorizar o financiamento para pesquisas científicas que possuem aplicações científicas rigorosas e práticas, pois isso pode levar a inovações tecnológicas significativas que beneficiam a sociedade. Ademais, a presença do Estado no financiamento da ciência contribui para superar a incerteza e os riscos inerentes ao processo de inovação (MAZZUCATO, 2014).

Empiricamente, a literatura internacional demonstra que os países ao longo do tempo foram introduzindo o apoio governamental a pesquisas básicas inspirada pela necessidade nacional. O Plano Marshall, após a Segunda Guerra Mundial desempenhou um papel importante na reconstrução científica da Europa. Este programa de ajuda financeira não apenas revitalizou as economias devastadas, mas

também promoveu a cooperação científica e o desenvolvimento tecnológico. Vannevar Bush, em seu relatório "*Science, The Endless Frontier*" (1945), influenciou significativamente as políticas de pesquisa nos Estados Unidos, argumentando que a ciência era essencial para o bem-estar nacional e deveria ser financiada pelo governo. A criação da *National Science Foundation* (NSF) em 1950 foi um marco nesse sentido, estabelecendo um modelo de financiamento e apoio à pesquisa que seria replicado globalmente (FREEMAN, 1974).

Durante as décadas de 1970 e 1980, países como Japão e os "Tigres Asiáticos" (Coreia do Sul, Taiwan, Hong Kong e Cingapura) implementaram políticas de inovação que levaram a uma rápida industrialização e crescimento econômico. Essas nações adotaram modelos de desenvolvimento baseados na alta tecnologia e na educação de qualidade, resultando em avanços significativos em várias áreas científicas e tecnológicas (FREEMAN, 1987; AMSDEN, 1989). Freeman (1987) destacou a importância das políticas governamentais e das instituições nacionais para o desenvolvimento da capacidade inovadora. Em paralelo, Rosenberg (1982) enfatizou que a inovação tecnológica não advém exclusivamente de grandes descobertas científicas, mas também de melhorias incrementais e adaptações contínuas que exigem um ambiente de política flexível.

Na Europa, iniciativas como o Horizonte 2020 demonstram um compromisso com o financiamento robusto e a cooperação internacional em pesquisa e inovação. Este programa da União Europeia busca promover a excelência científica, a liderança industrial e abordar desafios sociais, reforçando a importância de políticas coordenadas e bem financiadas para o avanço científico (COMISSÃO EUROPEIA, 2014)). A China, por sua vez, tem se destacado com programas como o "*Made in China 2025*" e investimentos maciços em pesquisa e desenvolvimento, refletindo uma estratégia de transformar vantagens comparativas em vantagens competitivas, particularmente em áreas de alta tecnologia e inovação (*MADE IN CHINA 2025 – CM2025*).

Após discutirmos a complexa interação entre ciência e inovação e a importância do financiamento público para fomentar essa dinâmica, é necessário introduzir conceitos teóricos que explicam as estruturas colaborativas, também, necessárias para o desenvolvimento econômico e tecnológico. O conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI) descreve uma rede de organizações públicas e privadas cuja interação é essencial para o fomento da inovação tecnológica. A literatura especializada, como

apontam Johnson (1995) e Freeman (1987), identifica o SNI como um ambiente onde instituições diversas — desde universidades e institutos de pesquisa até centros empresariais de P&D e órgãos governamentais — colaboram para o desenvolvimento, adaptação e difusão de novas tecnologias. Esta sinergia entre diferentes atores é vista como um processo dinâmico e interativo que impulsiona o avanço tecnológico ao longo de trajetórias predefinidas (EDQUIST, 2005; LUNDVALL, 1995).

Dentro da estrutura do SNI, a ciência desempenha um papel fundamental como propulsora da inovação (FREEMAN; 1987; SANTOS 2014). Um dos objetivos de um sistema de inovação incluem: i) o fomento à pesquisa e desenvolvimento, essencial para a geração de novos conhecimentos; ii) o desenvolvimento de habilidades através de programas de qualificação e treinamento; iii) o apoio às interações colaborativas; e iv) a reformulação ou criação de instituições que removam barreiras e ofereçam suporte à inovação, incubação e ao financiamento de iniciativas inovadoras, entre outros aspectos (EDQUIST, 2005). As contribuições da ciência ao setor industrial e ao avanço tecnológico incluem a oferta de novos campos de oportunidade tecnológica, a formação de pesquisadores altamente qualificados, e o aprimoramento das técnicas e ferramentas de pesquisa (SANTOS, 2014). A ciência também é crucial para o desenvolvimento de produtos e processos inovadores dentro do setor produtivo. A colaboração entre as instituições de pesquisa e as indústrias não apenas enriquece o ambiente tecnológico, mas também garante que os avanços científicos sejam efetivamente traduzidos em melhorias tangíveis e competitivas no mercado (ALBUQUERQUE, 1999).

Nesse contexto, portanto, a relação entre universidades e empresas é um elo importante para a transferência de tecnologia e a aplicação prática da pesquisa acadêmica. Diante disso, segundo Nelson (1959), as universidades apresentam vantagem comparativa na realização de pesquisa básica, sendo consideradas um ambiente mais adequado do que empresas privadas para desempenhar pesquisas financiadas pelo setor público. As universidades desempenham um papel fundamental na economia contemporânea, sobretudo na criação de conhecimento e tecnologia. Suas funções primordiais incluem o ensino, que visa preparar uma força de trabalho qualificada essencial para a elevação da produtividade industrial. Paralelamente, a pesquisa conduzida nas universidades é instrumental no desenvolvimento de tecnologias inovadoras, contribuindo assim para aumentos substanciais na produtividade (MOWERY; SAMPAT, 2005). Além disso, essas atividades de pesquisa

podem acelerar o processo de *catch-up* tecnológico ao funcionar como mecanismos de detecção de novas oportunidades tecnológicas, uma dinâmica explorada por Albuquerque em 2006.

Nesse sentido, Freeman e Soete (2009) demonstraram que o apoio público foi essencial a atividade de pesquisa básica realizadas em universidades e laboratórios públicos em consonância com a formação de estudantes de pós-graduação, inclusive nos países menos desenvolvidos. Argumentam que se essa política for continuada, com melhorias nos padrões existentes, os sistemas científicos dos países menos desenvolvidos poderão contribuir com o avanço da ciência mundial, mesmo que haja concentração das publicações científicas em determinados países (FREEMAN e SOETE, 1997).

É importante ressaltar que em países em desenvolvimento, as políticas de ciência e inovação enfrentam desafios específicos, como a falta de infraestrutura e financiamento adequado (FREEMAN & SOETE, 2009; MOWERY & SAMPAT, 2005). No contexto brasileiro, é importante adaptar as políticas científicas às necessidades e desafios específicos do país de modo que essas políticas reflitam as realidades locais (DAGNINO, 2007). O apoio contínuo e estratégico é necessário para fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico, promovendo um desenvolvimento equilibrado e sustentável (ARBIX, 2009). Além disso, a inclusão de mecanismos de avaliação contínua e indicadores de desempenho é fundamental para assegurar que as políticas científicas estejam alcançando seus objetivos e permitindo ajustes quando necessário.

Em resumo, a seção explorou a complexa interação entre ciência e inovação, destacando que essa relação vai além do modelo linear tradicional e envolve influências mútuas e fatores sociais, econômicos e políticos. O financiamento público é apresentado como uma peça fundamental nesse cenário, mitigando as incertezas inerentes à pesquisa científica e tecnológica e fornecendo recursos essenciais para projetos inovadores. Políticas públicas adaptativas são mencionadas como elementos-chave para fomentar essa dinâmica, incentivando a colaboração entre universidades, indústrias e governos. O apoio tanto à pesquisa básica quanto à aplicada, através do financiamento público, é discutido como uma forma de impulsionar o avanço científico e garantir a ampla distribuição dos benefícios tecnológicos

2.2 POLÍTICAS PÚBLICAS PARA FOMENTAR A CT&I NO BRASIL

A relação entre políticas públicas e ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no Brasil, embora fortalecida com a Constituição Federal de 1988, tem suas raízes em iniciativas anteriores que moldaram o cenário educacional e de pesquisa do país. Desde a fundação da Universidade Federal do Rio de Janeiro em 1920, passando pela criação da CAPES e do CNPq na década de 1950, até a implementação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) em 1969, o Brasil vem desenvolvendo uma estrutura para suportar a inovação e a pesquisa (FINEP, 2017; ARBIX et al., 2017; MCTIC, 2018). O Artigo 218 da Constituição de 1988 e sua subsequente atualização pela Emenda Constitucional nº 85 de 2015 reforçaram a importância da ciência para o progresso nacional, não apenas como um bem público, mas como um campo que requer uma estratégia articulada para o desenvolvimento das capacidades nacionais. Esta perspectiva é ampliada por discussões acadêmicas, como as de Polanyi (1966) e a literatura neoschumpeteriana, que enfatizam que a inovação envolve não apenas a informação codificada, mas também o conhecimento tácito, que é crucial para a aplicação prática do conhecimento científico (LUNDVALL e JOHNSON, 1994). Assim, políticas públicas robustas são necessárias para cultivar tanto o conhecimento tácito quanto codificado, garantindo que a ciência possa ser efetivamente utilizada para o desenvolvimento nacional.

Apesar das fundações estabelecidas no início do século XX e reforçadas pelas disposições constitucionais de 1988, as políticas de CT&I no Brasil enfrentaram numerosos desafios ao longo das décadas. No início dos anos 1980, a economia brasileira começou a deteriorar-se, marcada por uma falência generalizada da administração pública e descontrole inflacionário. Essa situação desencadeou uma crise na pesquisa científica e tecnológica do país. Foi nesse contexto que o Ministério da Ciência e Tecnologia foi criado (MARTELATO, 2009). A partir da década de 1990, as políticas de fomento à PD&I pelo governo federal ganharam força. Novos instrumentos de financiamento foram constituídos, incluindo crédito com taxas de juros equalizadas, *venture capital*, subvenção econômica e outras formas de aporte não reembolsável. Nesse período, o CNPq passou por uma reestruturação para incentivar e promover pesquisas voltadas ao setor produtivo (KORNIS, 2010). Somado a instrumentos legislativos, com as leis de propriedade intelectual, como a

Lei nº 9.279/1996 (Lei da Propriedade Industrial), a Lei nº 9.609/1998 (Lei do Software) e a Lei nº 9.610/1998 (Lei de Direitos Autorais).

Adicionalmente, a Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, conhecida como Lei de Informática ou Lei das TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação), foi criada para promover o desenvolvimento da indústria de tecnologia da informação no Brasil. Essa legislação concede incentivos fiscais a empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de *hardware* e automação, permitindo a redução de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para produtos de informática e automação fabricados no país. A lei exige que as empresas beneficiadas destinem um percentual de seu faturamento bruto em atividades de P&D, estimulando a inovação tecnológica e o fortalecimento da indústria nacional de tecnologia (BRASIL, 1991).

Para modernizar seus dispositivos e ampliar os benefícios fiscais, a Lei das TIC foi alterada pela Lei nº 13.969, de 26 de dezembro de 2019. Com as alterações, as empresas passaram a poder utilizar os incentivos de forma mais flexível, direcionando recursos para uma gama mais ampla de atividades de inovação, incluindo a formação e capacitação de recursos humanos, a criação de *startups* e a implementação de projetos de internet das coisas (IoT). A lei também enfatiza a importância da cooperação entre empresas e instituições de pesquisa, promovendo parcerias estratégicas e a transferência de tecnologia. Essas alterações buscam fortalecer a competitividade da indústria brasileira de tecnologia, alinhando-se às demandas do mercado global e incentivando o desenvolvimento de soluções inovadoras (BRASIL, 2019).

Além disso, a Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996, regulamenta os direitos e obrigações relativos à propriedade industrial no Brasil. Conhecida como a Lei da Propriedade Industrial, essa legislação estabelece normas para a concessão de patentes de invenção e modelos de utilidade, o registro de desenhos industriais e marcas, e a repressão às falsas indicações geográficas e à concorrência desleal. A lei visa proteger os direitos de inventores e criadores, incentivando a inovação e garantindo a exclusividade de exploração de suas criações por um determinado período. Além disso, promove a competitividade e o desenvolvimento tecnológico ao assegurar a proteção legal necessária para que empresas e indivíduos invistam em novas tecnologias e produtos (BRASIL, 1996).

De forma complementar, a Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998, também conhecida como Lei do *Software*, regula os direitos autorais de programas de

computador no Brasil. Essa lei equipara os programas de computador às obras literárias, garantindo aos criadores o direito exclusivo de utilização, publicação, reprodução e distribuição de seus programas. A Lei do Software visa proteger os direitos dos desenvolvedores de software, promovendo um ambiente seguro para o desenvolvimento e comercialização de programas de computador, ao mesmo tempo que incentiva a inovação tecnológica na indústria de software (BRASIL, 1998a).

Igualmente importante, a Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, conhecida como Lei de Direitos Autorais, regula os direitos autorais sobre obras intelectuais no Brasil, incluindo obras literárias, artísticas e científicas. A legislação protege os direitos dos autores, garantindo-lhes a exclusividade de utilização e exploração econômica de suas criações por um período determinado. A Lei de Direitos Autorais também estabelece normas para a proteção dos direitos conexos, que incluem os direitos dos intérpretes, produtores fonográficos e radiodifusores. Ao garantir a proteção legal das obras intelectuais, a lei promove a criação cultural e científica, incentivando autores e artistas a produzirem novas obras e contribuírem para o desenvolvimento cultural e tecnológico do país (BRASIL, 1998b).

Um avanço significativo na legislação brasileira voltada à inovação foi a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, conhecida como Lei de Inovação. Essa lei estabelece medidas para incentivar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica no país, visando à capacitação tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. A lei promove a integração e a cooperação entre instituições públicas e privadas, fomentando a criação de ambientes favoráveis à inovação, como incubadoras e parques tecnológicos. Além disso, facilita a transferência de tecnologia e a formação de alianças estratégicas entre empresas e Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs), estimulando o desenvolvimento de novos produtos e processos inovadores (BRASIL, 2004).

Adicionalmente, a Lei de Inovação prevê a simplificação dos procedimentos de gestão de projetos de ciência e tecnologia, promovendo o controle por resultados na avaliação das iniciativas. Permite que as ICTs compartilhem seus laboratórios e equipamentos com empresas para apoiar atividades de inovação e estabelece mecanismos para a proteção da propriedade intelectual e a remuneração de criadores. Além disso, incentiva a participação minoritária do Estado no capital de empresas privadas que desenvolvem projetos científicos ou tecnológicos,

promovendo a competitividade empresarial nos mercados nacional e internacional (BRASIL, 2004).

Para complementar e ampliar os dispositivos da Lei de Inovação de 2004, foi introduzida a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, conhecida como Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação. Esta legislação estabelece um conjunto de medidas para promover a inovação e a pesquisa científica, incluindo incentivos à criação de ambientes favoráveis à inovação, como incubadoras e parques tecnológicos, e promove a cooperação entre empresas, ICTs e entidades públicas e privadas. A lei busca descentralizar e desconcentrar as atividades de ciência, tecnologia e inovação, incentivando o desenvolvimento regional e a internacionalização das ICTs públicas (BRASIL, 2016).

Outro aspecto relevante do Marco Legal é a flexibilização das normas para a contratação de pesquisadores e a concessão de bolsas de estímulo à inovação. A lei autoriza órgãos públicos a concederem recursos diretamente a pesquisadores e ICTs para a execução de projetos de pesquisa e inovação, estabelecendo formas simplificadas de prestação de contas. Além disso, promove a integração de inventores independentes no sistema produtivo e facilita a cooperação internacional em ciência, tecnologia e inovação, assegurando direitos de propriedade intelectual resultantes de projetos de pesquisa (BRASIL, 2016).

Para regulamentar tanto a Lei nº 10.973 de 2004 quanto a Lei nº 13.243 de 2016, o Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018, foi promulgado, visando à capacitação e autonomia tecnológicas e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. O decreto estabelece definições importantes, como a de entidade gestora e ambientes promotores de inovação, que são espaços destinados à criação e desenvolvimento de novos empreendimentos e tecnologias. Detalha a participação de instituições científicas públicas e privadas no processo de inovação, considerando os riscos tecnológicos envolvidos e permitindo que a administração pública apoie alianças estratégicas e projetos de cooperação entre empresas e instituições científicas. Além disso, o decreto facilita a transferência de tecnologia e o licenciamento de criações desenvolvidas por instituições científicas públicas, estabelecendo diretrizes para a participação e remuneração de servidores, a gestão de receitas e a proteção da propriedade intelectual (BRASIL, 2018).

A Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005, conhecida como Lei do Bem, foi instituída para incentivar a inovação tecnológica nas empresas brasileiras por meio de

benefícios fiscais. Essa lei permite que empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento tecnológico (P&D) deduzam parte dos gastos com essas atividades do Imposto de Renda e da Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL). Além disso, a Lei do Bem concede isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) na aquisição de equipamentos destinados à pesquisa tecnológica e ao desenvolvimento de inovação tecnológica. Com esses incentivos, a lei busca estimular a competitividade e a produtividade das empresas brasileiras, favorecendo o avanço tecnológico e a inovação no país (BRASIL, 2005).

Também relevante, a Lei do Bem inclui a concessão de benefícios fiscais para a contratação de pesquisadores e a utilização de serviços de Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs). Empresas que firmam convênios com ICTs para a realização de projetos de P&D podem deduzir esses investimentos da base de cálculo do Imposto de Renda. Além disso, a lei promove a formação e capacitação de recursos humanos ao permitir que despesas com treinamentos e cursos de atualização tecnológica sejam dedutíveis. Ao proporcionar um ambiente mais favorável para o investimento em inovação, a Lei do Bem incentiva o desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços, fortalecendo a economia brasileira e promovendo a inserção do país em mercados internacionais competitivos (BRASIL, 2005).

Finalmente, o estabelecimento da Política Nacional de Inovação pelo Decreto nº 10.534, de 28 de outubro de 2020, representa um avanço significativo. Essa política visa orientar, coordenar e articular estratégias, programas e ações de fomento à inovação no setor produtivo, promovendo a produtividade e a competitividade das empresas e demais instituições inovadoras. O decreto estabelece mecanismos de cooperação entre os diferentes níveis de governo para alinhar as iniciativas de inovação em todo o país. Entre os princípios e eixos da política, destaca-se a ampliação da qualificação profissional por meio da formação tecnológica de recursos humanos, essencial para enfrentar os desafios associados ao desenvolvimento do país e promover a inovação sustentável (BRASIL, 2020).

Em resumo, a seção demonstrou que políticas públicas para fomentar a CT&I no Brasil são estruturadas sobre uma base histórica e legislativa, evidenciada pela consolidação de diretrizes na Constituição Federal de 1988 e reforçadas pela Emenda Constitucional nº 85 de 2015. Estas medidas legislativas estabelecem a promoção e o incentivo ao desenvolvimento científico como deveres do Estado. Historicamente, a trajetória das políticas de CT&I remonta à criação das primeiras universidades e à

estruturação de instituições chave na década de 1950, como a CAPES e o CNPq, que foram essenciais no desenvolvimento de recursos humanos e na promoção da pesquisa. A legislação subsequente, incluindo a Lei da Propriedade Industrial e a Lei do *Software*, forneceu uma estrutura para a proteção de inovações, enquanto políticas mais recentes, como a Lei de Inovação de 2004 e o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação de 2016, ampliaram o escopo do apoio governamental à inovação. Essas políticas são complementadas por iniciativas fiscais como a Lei do Bem, que incentiva o investimento privado em P&D, destacando uma abordagem integrada e multifacetada para impulsionar a CT&I no Brasil.

2.3 FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO: ESTRUTURA E HISTÓRICO

Este capítulo apresenta a evolução histórica do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) ao longo do período analisado, incluindo seus objetivos prioritários e as fontes de receitas e despesas.

2.3.1 FNDCT: OS FUNDOS SETORIAIS BRASILEIROS

Foi por meio do Decreto-Lei Nº 719, datado de 31 de julho de 1969, que se criou o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), Quadro 2, um fundo especial de natureza contábil e financeira, com o propósito de fornecer suporte financeiro prioritário aos programas e projetos que visem promover o desenvolvimento científico e tecnológico, e assim, viabilizar a execução do Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Conforme o referido decreto, ficou estabelecido que os recursos seriam direcionados de maneira prioritária, mediante outros fundos e entidades com a mesma finalidade, para serem empregados em iniciativas específicas e, se necessário, no financiamento de despesas de capital ou correntes (BRASIL, 1969).

Diante das constantes flutuações econômicas, prioridades governamentais e incertezas no período de 1980² a 1990³, o Brasil enfrentava dificuldades para manter a estabilidade de recursos para as atividades científicas e tecnológicas. Essa situação foi um fator decisivo para o reestabelecimento do FNDCT em 1991 e a criação dos

² A década de 1980 no Brasil foi marcada por desafios econômicos significativos, principalmente devido à crise da dívida externa que emergiu após o segundo choque do petróleo e o aumento dos juros internacionais. O país adotou políticas que enfatizaram o endividamento como modelo de crescimento, exacerbando desequilíbrios nas contas externas e levando a várias recessões econômicas. Os Planos Cruzado, Bresser e Verão, embora populares inicialmente, falharam em resolver a inflação e os problemas fiscais de forma duradoura, levando a ajustes econômicos e reformas sob a supervisão do Fundo Monetário Internacional (Miranda, 2003; BAHRY, 2004).

³ A década de 1990 testemunhou transformações adicionais com a globalização e uma redefinição do papel do Estado na economia brasileira. O processo de abertura econômica foi intensificado, reduzindo tarifas protecionistas e liberalização do mercado financeiro, incentivando assim, o influxo de capital estrangeiro e aumentando a vulnerabilidade do Brasil a choques externos. Este período culminou com a implementação do Plano Real em 1994, que estabilizou a economia com sucesso. Apesar dos avanços em estabilidade macroeconômica, essas políticas também redefiniram a economia brasileira, aumentando sua dependência de fluxos de capital voláteis e impondo novos desafios para a política econômica, incluindo o financiamento de atividades científicas e tecnológicas (PINHEIRO, 2009; CRUZ, 2007; GIAMBIAGI et al., 2005).

fundos setoriais do FNDCT em 1997, que passaram a vigorar em 1999, com a finalidade de apoiar financeiramente programas e projetos de desenvolvimento científico e tecnológico nacionais. Esses fundos são financiados por meio de incentivos fiscais, empréstimos de instituições financeiras, contribuições e doações de entidades públicas e privadas (FINEP, 2017; GUIMARÃES, 2006).

Quadro 2 - Brasil - Evolução do marco regulatório do FNDCT

Leis e Decretos	Ano	FNDCT
Lei nº 719	1969	Cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Constituem-se a origem dos recursos do mesmo e a sua destinação, em que 20% vão para o financiamento de projetos para implantação e recuperação de infraestrutura de pesquisa nas instituições públicas de ensino superior e de pesquisa. Fica estabelecido que no mínimo 30% deste recurso será destinado a região Norte e Nordeste.
Lei nº 8.172	1991	Restabelece o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
Decreto nº 1.808	1996	Aprova o Estatuto da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP
Decreto 2851	1998	Cria-se o primeiro fundo setorial, o CT-Petro
Lei nº 10.197	2001	Acresce dispositivos ao Decreto-Lei no 719, de 31 de julho de 1969, para dispor sobre o financiamento a projetos de implantação e recuperação de infraestrutura de pesquisa nas instituições públicas de ensino superior e de pesquisa.
Lei nº 11.540	2007	Altera o Decreto-Lei no 719/69. Entre as alterações mais significativas, destacam-se: (1) a criação do Conselho Diretor, órgão central do sistema, presidido pelo Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia e composto por membros de governo, representantes da comunidade científica e do setor empresarial; (2) a institucionalização das ações transversais e do Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais – CCF; e (3) a institucionalização do plano de investimento anual do FNDCT.
Decreto nº 6.938	2009	Regulamentou a Lei nº 11.540, de 12 de novembro de 2007. Esse decreto estabeleceu as diretrizes e normas gerais para o funcionamento do fundo, visando promover a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil.
Portaria MCTI nº 7.25	2019	Mudanças na organização institucional da estrutura decisória do FNDCT, que decide sobre as destinações de recursos reembolsáveis e não reembolsáveis.
Resolução nº 845	2023	Estabelece normas de organização e funcionamento do FNDCT, definindo competências do Conselho Diretor, Comitê de Coordenação, Secretaria Executiva, Comitês Gestores e Agências de Fomento. Estabelece procedimentos para elaboração e execução do Plano Anual de Investimentos (PAI). Visa financiar inovação e desenvolvimento científico e tecnológico, alinhado à Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e as prioridades da Política Industrial e Tecnológica Nacional.

Fonte: Elaboração própria, com base na legislação.

Além disso, a criação e o reestabelecimento do FNDCT tiveram como um de seus propósitos a proteção do desenvolvimento científico e tecnológico diante das privatizações das grandes estatais e do fim do monopólio da exploração de petróleo (MARTINS, 2016). Objetiva também, a diminuição das desigualdades regionais, essa premissa sendo realizada por meio da destinação de, no mínimo, 30% dos recursos para projetos das regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste, para que assim, o país cresça de forma menos desigual (FINEP, 2017).

Em 2004, o FNDCT já era composto por dezesseis⁴ fundos setoriais e seu gerenciamento realizado por meio da participação de vários segmentos sociais, sendo eles, o governo, a academia e o setor empresarial. Dos dezesseis fundos disponíveis, dois são transversais: um deles é o Fundo Verde-Amarelo (FVA), cujo propósito é promover a interação entre a universidade e as empresas, e o outro é o CT-Infra, que visa melhorar a infraestrutura dos Institutos de Ciência e Tecnologia (ICTs). Os quatorze fundos setoriais restantes têm objetivos específicos voltados para setores determinados (FINEP, 2017).

O FNDCT não dispõe de equipe ou instalações próprias. Em seu estabelecimento, foi planejada a existência de uma secretaria-executiva (MCTI, 2023b). Para atender os objetivos, o FNDCT é composto por diversas instâncias, conforme estabelecido em seu artigo 2º da Resolução nº 845/2023: Conselho Diretor; Comitê de Coordenação do FNDCT; Secretaria-Executiva do FNDCT; Comitês Gestores dos Fundos Setoriais; e Agências de fomento. Essas instâncias desempenham papéis específicos na gestão e coordenação das atividades do FNDCT, visando promover o avanço científico, tecnológico e inovador do Brasil (MCTI, 2024b).

A administração dos recursos de cada fundo é decidida pelo Conselho Diretor (Figura 3)⁵, órgão de instância colegiada, deliberativa e de natureza permanente, é

⁴ O Anexo A apresenta detalhadamente cada um e o percentual que deveria ser destinado às regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste.

⁵ A Figura 3 apresentou a organização institucional da governança do FNDCT no período de 2001 a 2019, que abrangeu o período para qual esse estudo foi feito. Entretanto, em 2019, período posterior aos dados analisados nesse trabalho, a Portaria MCTI no 7.252 trouxe mudanças significativas no arranjo político-institucional da estrutura decisória do FNDCT. O novo arranjo extinguiu dois comitês e instituiu o Comitê de Coordenação do FNDCT, além de dar destaque à Secretaria-Executiva do MCTI e do FNDCT. O Comitê de Coordenação do FNDCT tem como objetivo promover a gestão operacional integrada do fundo e implementar as políticas e diretrizes do Conselho Diretor do FNDCT. As competências atribuídas ao Comitê de Coordenação incluem coordenar a elaboração das cartas-propostas de linhas de CT&I, identificar e recomendar áreas prioritárias para aplicação dos recursos, consolidar solicitações referentes à ação transversal e articular e coordenar o acompanhamento e a

composto por representantes de diversas entidades e ministérios, sendo responsável pela definição das políticas, diretrizes e normas para a utilização dos recursos do FNDCT. Presidido pelo Ministro de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O Conselho conta com a participação dos seguintes membros: um representante do Ministério da Educação, um representante do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, um representante do Ministério da Fazenda, um representante do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão Ministério da Defesa, pelos presidentes da Finep, do CNPq e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Além disso, conta com representantes das comunidades empresarial, científica, tecnológica e dos profissionais das áreas de ciência e tecnologia e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA ((MIKOSZ *et al.*, 2017; MCTI, 2024).

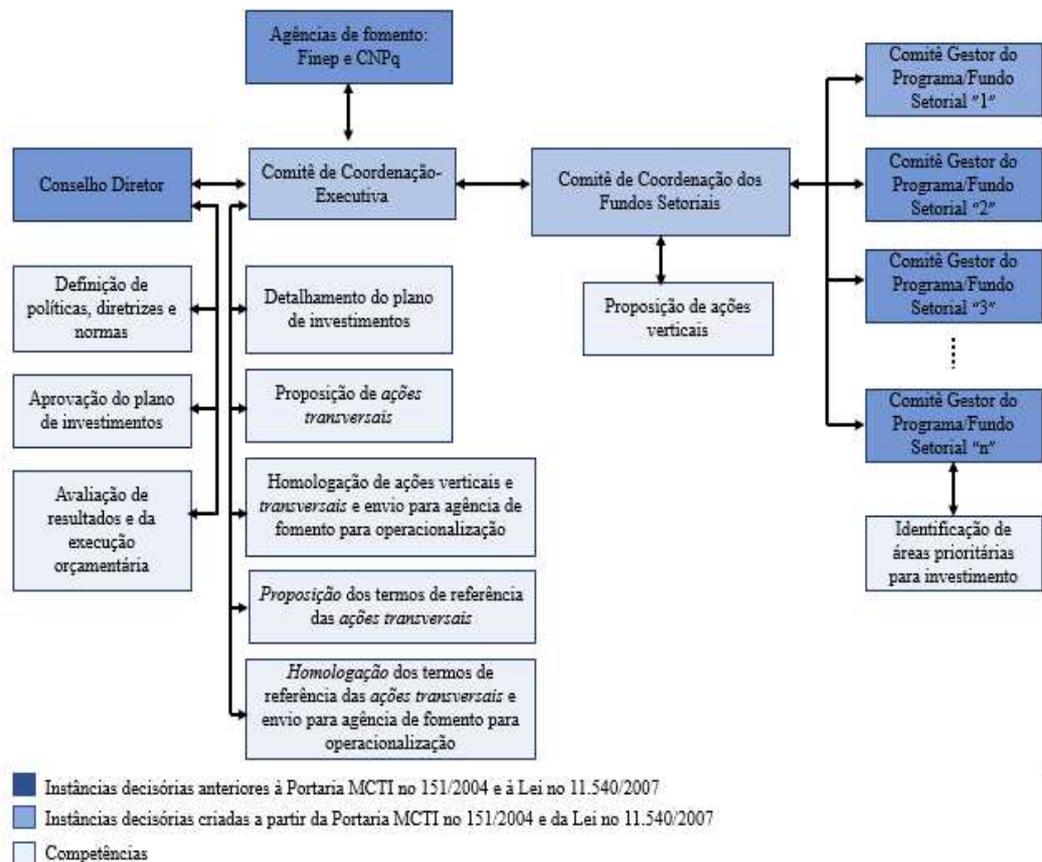
A Secretaria Executiva do FNDCT, a cargo da Finep, é incumbida da execução das diretrizes estabelecidas pelo Conselho Diretor e das decisões operacionais do Comitê de Coordenação. Suas atribuições incluem a prática de atos técnicos, administrativos, financeiros e contábeis para a gestão do FNDCT, a proposição de políticas e normas para a aplicação dos recursos, a realização de estudos recomendados pelo MCTI e pelo Conselho Diretor, a aprovação de estudos e projetos a serem financiados, a celebração de contratos e convênios, a prestação de contas, o acompanhamento e controle da aplicação dos recursos, a elaboração de relatórios anuais de avaliação e a disponibilização de informações para a realização de avaliações periódicas. Os relatórios de execução orçamentária e financeira devem ser enviados trimestralmente para recursos não reembolsáveis e semestralmente para recursos reembolsáveis (MCTI, 2024).

Os Comitês Gestores dos Fundos Setoriais são responsáveis pela gestão dos recursos a eles destinados por lei, assim como na proposição e acompanhamento das ações pertinentes, alinhando-as com a Política Nacional de Ciência e Tecnologia e Inovação e com a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Sua composição e funcionamento devem obedecer aos normativos legais específicos de cada fundo, cabendo à Secretaria Executiva do Ministério da Ciência, Tecnologia e

avaliação geral das ações do FNDCT. O Comitê também tem competências para operacionalizar e compatibilizar a gestão integrada dos programas e fundos setoriais do FNDCT. A composição e funcionamento dos Comitês Gestores dos Programas e Fundos Setoriais seguem os normativos legais de criação de cada um (LEAL e TEXEIRA, 2022).

Inovações fornecer apoio técnico, administrativo e financeiro conforme necessário. Entre suas atribuições estão a elaboração e aprovação de regimentos internos, a identificação e seleção de áreas prioritárias para investimento em pesquisa e desenvolvimento, a definição de diretrizes estratégicas, a elaboração do Plano de Investimento, a avaliação anual dos resultados e a recomendação de estudos e grupos técnicos para subsidiar suas ações (MCTI, 2024).

Figura 3 - Organização institucional da governança do FNDCT do período analisado



Fonte: Leal e Avila (2018 p.68)

A implementação dos projetos aprovados pelo FNDCT é atribuída às agências de fomento, como a FINEP e o CNPq. Essas agências têm a responsabilidade de propor e divulgar calendários de chamadas públicas, elaborar editais, decidir sobre a aprovação dos projetos, firmar contratos, encaminhar relatórios trimestrais e semestrais ao Comitê de Coordenação do FNDCT, subsidiar o Comitê com informações necessárias e disponibilizar dados para avaliação periódica do impacto e efetividade das ações executadas. As agências também devem estabelecer rotinas operacionais para examinar e avaliar as propostas de projetos de acordo com os

Termos de Referência do respectivo Programa de Investimento do PAI, garantindo a conformidade com esses termos. (MCTI, 2017b; MCTI, 2024). O FNDCT possui diversas fontes de receita, como as dotações da Lei Orçamentária Anual (LOA) e créditos adicionais, parcela sobre *royalties* da produção de petróleo ou gás natural, percentual da receita operacional líquida de empresas de energia elétrica, recursos de contratos de cessão de direitos de uso da infraestrutura rodoviária, compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para geração de energia elétrica, percentual das receitas destinadas ao setor espacial, receitas da contribuição de intervenção no domínio econômico, percentual do faturamento bruto de empresas de informática e automação, recursos do Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante (AFRMM), rendimento de aplicações financeiras e em fundos de investimentos, reversão de saldos financeiros anuais não utilizados, além de outras receitas que possam ser direcionadas ao fundo (BRASIL, 2007).

Apesar da diversidade de fontes de receita do Fundo, a incerteza persiste quanto à estabilidade do financiamento para ciência e tecnologia no Brasil. Essa incerteza é agravada pela falta de linearidade na alocação de recursos ao longo do tempo, com uma tendência de queda desde 2011. A constituição de receita vinculada nem sempre garante os recursos necessários para as despesas correspondentes, especialmente devido à prática de superestimar a receita e contingenciar os gastos. Esse processo, influenciado pela política macroeconômica de ajuste fiscal, resulta em desequilíbrio entre receita e despesa, sendo compensado anteriormente pela inflação alta, mas requerendo agora uma programação orçamentária para limitar os gastos. Essa prática, embora contribua para o superávit primário, não permite o uso dos recursos não gastos para amortizar a dívida pública que é o objetivo primário desse resultado fiscal (GUIMARÃES, 2006; MARTINS, 2016).

Como uma forma de contornar o problema da amortização da dívida pública em 1997 foi sancionada a Lei nº 9.530 que estabeleceu regras sobre a destinação dos dividendos e superávit financeiro de fundos e entidades da Administração Pública Federal indireta. Essencialmente, essa lei determinou que os recursos provenientes de participações e dividendos pagos pelas entidades da Administração Pública Federal indireta, bem como o superávit financeiro de fundos, autarquias e fundações, fossem destinados à amortização da dívida pública federal. Alguns fundos foram ressalvados dessa obrigatoriedade. Entre eles estava o FNDCT, que não teve seus recursos excedentes destinados à amortização da dívida pública. No entanto, com a

Lei 10.148/2000 o FNDCT foi excluído da ressalva e partes dos seus recursos foram contingenciados.

A programação orçamentária e financeira do FNDCT está alinhada com o Plano Anual de Investimento (PAI) que segue as políticas, diretrizes e normas estabelecidas nos seguintes documentos legais que compõem o arcabouço orçamentário da União: a) Plano Plurianual (PPA) de caráter plurianual que define as prioridades para um período de quatro anos, destacando os investimentos de maior porte. A Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) que delinea as metas e prioridades fiscais da administração pública federal, incluindo as despesas de capital para o ano financeiro subsequente. Ela orienta a elaboração da lei orçamentária anual, abordando ainda modificações na legislação tributária e definindo a política de atuação das agências financeiras oficiais de fomento. A Lei Orçamentária Anual (LOA): delimita os Orçamentos da União, estimando as receitas e fixando as despesas do governo federal.

Nesse contexto a 2003, a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDOs) excluiu novamente o contingenciamento das despesas vinculadas à ciência e tecnologia, o que garantiria a efetiva conversão em despesas da totalidade das receitas vinculadas aos fundos setoriais. No entanto, no mesmo ano, uma parcela da receita dos fundos passou a ser destinada como reserva de contingência no orçamento da União, e a efetiva disponibilização para a execução de despesas no exercício depende da abertura de crédito suplementar. Assim, o movimento para tornar os fundos setoriais imunes ao contingenciamento foi neutralizado pela própria lei orçamentária (GUIMARÃES, 2006). Essa instabilidade, gerada pela imprevisibilidade dos contingenciamentos anuais estipulados pelas LDOs, perpetuou-se mesmo após 2021⁶, comprometendo a estabilidade e continuidade dos recursos destinados à área.

É importante destacar que a Lei Complementar nº 177 de 2021 foi promulgada com a intenção de proteger os recursos destinados ao financiamento da ciência, tecnologia e inovação no Brasil, especificamente proibindo o contingenciamento dos fundos alocados ao FNDCT. Essa lei visa garantir que os recursos do FNDCT sejam

⁶ De acordo com a Lei Complementar nº 177, de 12 de janeiro de 2021, os créditos orçamentários programados no FNDCT passam a não estar sujeitos à limitação de empenho. Além disso, é vedada a imposição de quaisquer limites à execução da programação financeira relativa às fontes vinculadas ao FNDCT, exceto quando houver frustração na arrecadação das receitas correspondentes. Também fica proibida a alocação orçamentária dos valores provenientes de fontes vinculadas ao FNDCT em reservas de contingência de natureza primária ou financeira. Essas disposições estão em conformidade com o art. 9º da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000 (Brasil, 2021).

efetivamente utilizados para as finalidades para as quais foram destinados, fortalecendo o apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico. No entanto, apesar dessa proteção legal, existem brechas e mecanismos que ainda podem impactar a efetiva disponibilidade e utilização desses recursos:

1. **Aprovação de Dotações Iniciais Menores:** A Lei Complementar nº 177 proíbe formalmente os contingenciamentos, mas não impede que as dotações orçamentárias iniciais sejam aprovadas em valores menores do que os efetivamente arrecadados. Isso pode resultar em menos recursos sendo disponibilizados para o FNDCT do que o fundo realmente possui, limitando a execução de programas de P&D.
2. **Retenções e Realocações:** Mesmo com a proibição de contingenciamento, o governo pode reter ou realocar fundos por meio de outras justificativas orçamentárias que não se classificam estritamente como contingenciamento. Por exemplo, atrasos na liberação de fundos ou a retenção de recursos para supostamente cobrir déficits fiscais podem afetar a liquidez e a disponibilidade de recursos para o FNDCT.
3. **Priorização de Despesas:** A legislação não impede que dentro do próprio ministério ou em outras áreas do governo, decisões sejam tomadas para priorizar certas despesas em detrimento de outras. Isso pode levar a uma realocação de recursos que, embora não seja formalmente um contingenciamento, tem um efeito similar na limitação de fundos para o FNDCT.
4. **Processo de Execução Orçamentária:** A complexidade do processo de execução orçamentária pode levar a atrasos e ineficiências que afetam a disponibilidade de fundos. Atrasos na aprovação orçamentária ou na execução de projetos podem levar a subutilização dos recursos.

Em 2004, foi definido outro conjunto de ações chamado "Ação Transversal", que permitiu a destinação desvinculada dos fundos e passou a destinar recursos em 2008 (FNDCT, 2018). Isso foi feito com o objetivo de facilitar a integração das ações dos fundos setoriais e contemplar áreas importantes não apoiadas diretamente por estes, além de atender a programas interdisciplinares (BRASIL, 2007; MARTINS, p. 92, 2016). Com essa medida, 50% dos recursos dos fundos setoriais passaram a ser destinados às Ações Transversais, gerando maior autonomia do Ministério da Ciência e Tecnologia na alocação dos recursos advindos dos fundos (PROENÇA et al., 2015). Entretanto, isso constitui um mecanismo que desvincula os recursos, o que não é

compatível com as leis que regulamentam os fundos setoriais, nas quais são especificadas as áreas ou ações que seriam financiadas (MARTINS, p. 92, 2016).

Esses recursos do FNDCT têm como finalidade promover a inovação e a pesquisa em empresas e instituições científicas e tecnológicas (ICTs). Para isso, existem três modalidades de financiamento disponíveis: reembolsável, não-reembolsável e investimento, que podem ser implementadas de forma direta ou descentralizada (FNDCT, 2017). Na forma direta, a Finep, como Secretaria Executiva do Fundo, é responsável pela execução do orçamento. Já na forma descentralizada, os recursos são repassados para outros parceiros, que são responsáveis pela implementação das ações.

A modalidade de financiamento não-reembolsável é oferecida para financiar despesas correntes e de capital, em conformidade com o regulamento estabelecido. Isso abrange diversos aspectos, como o financiamento de projetos de instituições científicas e tecnológicas (ICTs), bem como iniciativas de cooperação entre ICTs e empresas. Além disso, prevê-se a concessão de subvenção econômica⁷ a empresas e a equalização de encargos financeiros em operações de crédito. Também é contemplado o apoio a programas conduzidos por organizações sociais qualificadas nos termos da Lei nº 9.637, de 15 de maio de 1998, que mantenham contrato de gestão com o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Esses programas devem promover e incentivar a realização de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação. É importante ressaltar que o montante de recursos disponibilizados no FNDCT para operações não reembolsáveis se tornou limitado a 25% a cada exercício, conforme estabelecido pela Lei Complementar nº 177, de 2021 (BRASIL, 1998c; BRASIL, 2007).

A subvenção econômica à inovação é destinada a empresas brasileiras, privadas ou públicas, de qualquer porte, individualmente ou em associação, para a realização de projetos de inovação tecnológica que envolvam risco tecnológico e oportunidades de mercado. A Finep é responsável pela definição dos instrumentos e normas para avaliação, habilitação e seleção dos projetos, seguindo as diretrizes e temas estratégicos estabelecidos nas instâncias de deliberação associadas à origem dos recursos e as políticas do Governo Federal.

⁷ Com a finalidade de compartilhamento dos custos e riscos inerentes às atividades de inovação. Essa modalidade foi regulamentada pelo Decreto no. 5.798 de 07 de junho de 2006 (LEI DO BEM), pois antes não era permitido que empresas privadas fossem financiadas via modalidade não reembolsável.

Por fim, a modalidade de financiamento reembolsável tem como objetivo auxiliar os Planos de Investimentos Estratégicos em Inovação das empresas brasileiras, fornecidos na forma de empréstimo à Finep⁸, que assume o risco integral da operação. As empresas que devem detalhar as metas e objetivos pretendidos durante o período do financiamento, como o aumento da competitividade nacional e internacional e o incremento de atividades de P&D realizadas no país. Para serem elegíveis a esses investimentos, as empresas precisam ser compatíveis com a dinâmica tecnológica dos setores em que atuam, possuir caráter de inovação com relevância regional ou estar inserida em arranjos produtivos locais, apresentar contribuição mensurável para o adensamento tecnológico e dinamização de cadeias produtivas e constituir parceria com universidades e/ou instituições de pesquisa do país. O montante anual das operações não pode ultrapassar 25%⁹ das dotações consignadas na lei orçamentária anual ao FNDCT. Além disso, o saldo total das operações de crédito realizadas pela Finep, incluindo aquelas contratadas com recursos provenientes do FNDCT, não pode exceder 9 vezes o patrimônio líquido da referida empresa pública (BRASIL, 2007).

Em resumo, o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) desempenha um papel fundamental no fomento à pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil. Criado em 1969 e reestruturado ao longo dos anos, o FNDCT é composto por uma variedade de fontes de receita, desde dotações orçamentárias até incentivos fiscais e rendimentos financeiros. Sua gestão é conduzida por uma série de instâncias, incluindo o Conselho Diretor e as agências de fomento. O fundo atua por meio de diversas modalidades de financiamento, incluindo reembolsável e não reembolsável, com o objetivo de apoiar projetos de pesquisa e inovação em empresas e instituições científicas e tecnológicas. No entanto, desafios persistem, especialmente relacionados à estabilidade e previsibilidade do

⁸ Os empréstimos do FNDCT à Finep para operações reembolsáveis e de investimento devem cumprir as seguintes condições: juros remuneratórios equivalentes à Taxa Referencial (TR), pagos pela Finep ao FNDCT a cada semestre até o décimo dia útil subsequente a seu encerramento; amortização e outras condições financeiras conforme regulamento; e constituição de provisão para cobrir créditos de liquidação duvidosa, de acordo com critérios definidos em regulamento. As subvenções concedidas conforme a Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação e financiadas com recursos do FNDCT devem seguir o estabelecido no artigo 19 da Lei nº 10.973, de 2004.

⁹ É importante notar que a Lei Complementar nº 177, de 2021, estabeleceu uma alteração no limite das operações reembolsáveis, aumentando o montante anual permitido para 50% das dotações consignadas na lei orçamentária anual ao FNDCT.

financiamento, destacando a importância de medidas para garantir a continuidade e eficácia dos investimentos em ciência e tecnologia no país.

2.4 SISTEMA ORÇAMENTÁRIO BRASILEIRO E O FNDCT

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, que compete privativamente, de forma indelegável, ao Presidente da República. 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.

2.4.1 PLANO PLURIANUAL (PPA)

O Plano Plurianual (PPA) é o principal instrumento de planejamento orçamentário de médio prazo do Governo Federal no Brasil, regionalizado, na maioria das vezes nas macrorregiões, que define as diretrizes, objetivos e metas da administração pública federal para as despesas de capital e outras delas decorrentes e para as relativas aos programas de duração continuada (BRASIL, 1988). A sua implementação moderna iniciou-se com a Constituição Federal de 1988, embora o país já utilizasse instrumentos de planejamento anteriores, como o Quadro de Recursos e de Aplicação de Capital (QRAC) e o Orçamento Plurianual de Investimentos (OPI).

O QRAC, anterior à Constituição de 1988, abrangia receitas e despesas de capital por períodos trienais, atualizados anualmente e aprovados por decreto, mas sua limitação incluía apenas despesas de capital e não era apreciado legislativamente, o que restringia seu aperfeiçoamento (ENAP, 2021). A Constituição de 1967 introduziu o OPI, que, embora focado em despesas de capital e apreciado

pelo Congresso Nacional, excluía despesas correntes e não tinha caráter autorizativo, resultando em uma elaboração burocrática e sem valor intrínseco (ENAP, 2021).

A Constituição Federal de 1988 instituiu o PPA para corrigir as deficiências dos instrumentos anteriores. O PPA abrange um horizonte de quatro anos, iniciando-se no segundo ano do mandato presidencial e prolongando-se até o final do primeiro ano do mandato seguinte, assegurando a continuidade das políticas públicas e a efetividade dos investimentos governamentais (MPO, 2024).

A elaboração do PPA começa com um projeto de lei do Poder Executivo, que passa por um processo¹⁰ legislativo, na forma de regimento comum. Após o processo, o projeto é sancionado pelo Presidente da República e começa a ser executado no ano seguinte, portanto, o período de vigência entre o PPA não coincide com o do mandato presidencial. Durante sua vigência, o PPA orienta a elaboração da Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e da Lei Orçamentária Anual (LOA) (MPO, 2024; BRASIL, 2024).

O PPA é necessário para o planejamento governamental a médio prazo, proporcionando uma visão estratégica para a alocação de recursos e garantindo que os investimentos estejam alinhados com as prioridades governamentais e as necessidades da população. A integração do PPA com a LDO e a LOA intenciona assegurar uma execução orçamentária eficiente e transparente, permitindo ajustes conforme necessário (BRASIL, 2024).

Os financiamentos via FNDCT estão diretamente relacionados ao PPA, pois este último define as prioridades de investimento em CT&I para o período de sua vigência. O PPA inclui programas e projetos específicos que são financiados pelo FNDCT, permitindo que os recursos do fundo sejam direcionados para áreas estratégicas que promovam o desenvolvimento científico e tecnológico do país.

2.4.2 LEI DE DIRETRIZES ORÇAMENTÁRIAS (LDO)

A Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) incluirá as metas e prioridades da administração pública federal, definirá as diretrizes de política fiscal e suas respectivas metas, alinhadas com a trajetória sustentável da dívida pública. Segundo Gontijo

¹⁰ O projeto do PPA deve ser submetido pelo Poder Executivo até o dia 31 de agosto do primeiro ano de mandato presidencial ao Poder Legislativo. O Poder Legislativo tem até o dia 22 de dezembro para aprová-lo com as possíveis alterações, e então o PPA é sancionado pelo Presidente da República.

(2019), a LDO enuncia as políticas públicas e suas prioridades para o exercício seguinte, ajustando as ações do governo às possibilidades de caixa do Tesouro Nacional e selecionando os programas prioritários do PPA para execução no orçamento subsequente.

A LDO tem funções constitucionais. Primeiramente, orienta a elaboração da Lei Orçamentária Anual (LOA), para garantir que esta seja compatível com o PPA. A LDO também dispõe sobre alterações na legislação tributária e estabelece a política de aplicação das agências financeiras oficiais de fomento (BRASIL, 1988, Art. 165). Além dessas funções constitucionais, a LDO tem responsabilidades estabelecidas pela Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), devendo assegurar o equilíbrio entre receitas e despesas, definir critérios e formas de limitação de empenho, estabelecer normas para controle de custos e avaliação dos resultados dos programas financiados, e determinar as condições para transferências de recursos a entidades públicas e privadas (BRASIL, 2000).

A LDO incluirá um Anexo de Metas Fiscais, que estabelecerá metas anuais para receitas, despesas, resultados nominais e primários, e montante da dívida pública, além de uma avaliação do cumprimento das metas do ano anterior, evolução do patrimônio líquido, avaliação financeira e atuarial dos regimes de previdência e outros fundos públicos, bem como a estimativa e compensação da renúncia de receita e expansão das despesas obrigatórias para o exercício a que se referir e para os dois seguintes (BRASIL, 2000). Adicionalmente, a LDO conterá um Anexo de Riscos Fiscais, avaliando passivos contingentes e outros riscos capazes de afetar as contas públicas, com providências a serem tomadas caso se concretizem. Também deve incluir uma reserva de contingência destinada ao atendimento de passivos contingentes e outros riscos e eventos fiscais imprevistos.

O Anexo de Metas Fiscais, da LDO incluirá, ainda, objetivos das políticas monetária, creditícia e cambial, projeções para seus principais agregados e metas de inflação. Para a União, a LDO deve conter metas anuais para o exercício e três anos seguintes, um marco fiscal de médio prazo, com projeções para os principais agregados fiscais que compõem o cenário de referência, diferenciando as despesas primárias das financeiras e as obrigatórias das discricionárias. Estados, o Distrito Federal e Municípios podem adotar essas disposições total ou parcialmente. A LDO não poderá excluir despesas primárias da apuração da meta de resultado primário (BRASIL, 2023).

Portanto, é importante ressaltar que a LRF influencia diretamente o processo de planejamento e execução orçamentária, impactando a LDO. A LRF prevê mecanismos de contingenciamento, que são medidas de ajuste fiscal adotadas quando a realização da receita pode não comportar o cumprimento das metas de resultado primário ou nominal estabelecidas no Anexo de Metas Fiscais. Segundo o artigo 9º da LRF, se verificado ao final de um bimestre que a receita arrecadada não será suficiente para cumprir as metas fiscais, os Poderes e o Ministério Público devem promover, por ato próprio e nos montantes necessários, a limitação de empenho e movimentação financeira. Esse ajuste é feito para assegurar que as despesas não superem as receitas disponíveis, mantendo a saúde financeira do ente público. A LRF também determina que, em caso de restabelecimento da receita prevista, a recomposição das dotações cujos empenhos foram limitados deve ser feita proporcionalmente às reduções efetivadas. Contudo, os contingenciamentos podem afetar as políticas públicas e suas prioridades para o exercício seguinte, ajustando as ações do governo às reais possibilidades de caixa e garantindo o equilíbrio fiscal (BRASIL, 2000).

O processo de elaboração da LDO inicia-se com a estimativa das receitas pelo chefe do Poder Executivo no início do ano. Essa estimativa é encaminhada à Secretaria de Orçamento Federal (SOF), vinculada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), que coordena, consolida e supervisiona a elaboração da LDO. A proposta da LDO deve ser submetida ao Congresso Nacional até oito meses e meio antes do encerramento do exercício financeiro, sendo devolvida para sanção até o final da primeira sessão legislativa (Art. 35, §2º, II do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias).

2.4.3 LEI ORÇAMENTÁRIA ANUAL (LOA)

A Lei Orçamentária Anual (LOA) é o principal instrumento de planejamento orçamentário do governo brasileiro, com a função de prever, autorizar e alocar receitas para o pagamento das despesas programadas. Segundo Filho (2019) e Gontijo (2019), a LOA é elaborada para viabilizar a concretização das metas e objetivos estabelecidos no PPA, em conformidade com a LDO. Kohama (2012) destaca que o Orçamento Anual programa as ações a serem executadas, visando alcançar os objetivos determinados.

A LOA deve seguir as orientações da LDO e é organizada em três orçamentos distintos: o orçamento fiscal, o orçamento da seguridade social e o orçamento de investimentos das empresas estatais, conforme estipulado pelo artigo 165, §5º da Constituição Federal. O orçamento fiscal inclui as receitas e despesas dos entes públicos, abrangendo os Poderes da União, seus fundos, órgãos e entidades da administração direta e indireta, incluindo fundações instituídas pelo Poder Público (SILVA, 2011). Este orçamento demonstra a ação governamental dos Poderes Legislativo, Executivo e Judiciário, excluindo os investimentos das empresas não dependentes e os órgãos, fundos e entidades vinculados ao sistema da seguridade social.

O orçamento da seguridade social estabelece os planos e medidas relacionados à previdência social, saúde pública e políticas de assistência social. Ele detalha as receitas vinculadas aos gastos da seguridade social, especialmente as contribuições sociais previstas no artigo 195 da Constituição, além de outras contribuições asseguradas ou transferidas pelo orçamento fiscal. Esse orçamento abrange todas as entidades e órgãos vinculados à seguridade social, tanto da administração direta quanto indireta, bem como fundos e fundações mantidas pelo Poder Público.

O orçamento de investimentos das empresas estatais não dependente demonstra os valores autorizados para o governo aplicar em investimentos. Ele inclui as empresas em que a União, direta ou indiretamente, detém a maioria do capital social com direito a voto. A inclusão de investimentos dessas empresas é justificada pelo apoio do orçamento fiscal e da seguridade social, que fornecem recursos ou aval para operações de financiamento.

O processo de elaboração da LOA é regulamentado. O artigo 35, §2º, III do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias estabelece que o governo deve encaminhar o projeto de lei orçamentária ao Congresso Nacional até o dia 31 de agosto, e o Congresso tem até o encerramento da sessão legislativa no dia 22 de dezembro para devolver o projeto ao Executivo para sanção e publicação. A tramitação no Congresso inclui a apresentação do projeto pelo Poder Executivo à comissão mista de orçamento, que examina e emite um parecer. As emendas ao projeto devem ser apresentadas a esta comissão e, após apreciação, o projeto é votado pelo plenário do Congresso e enviado ao Presidente da República para sanção

ou veto, conforme previsto no artigo 166 da Constituição e nos artigos 89 a 103 do Regimento Comum do Congresso Nacional.

Apesar da possibilidade de emendas pelos parlamentares, há restrições. As emendas devem ser compatíveis com o PPA e a LDO, e os recursos para as emendas devem ser provenientes da anulação de despesas já previstas na lei, excluindo dotações para pessoal, encargos, serviços da dívida e transferências tributárias constitucionais para estados e municípios. Portanto, a LOA é um instrumento para a gestão fiscal e a execução das políticas públicas no Brasil, que visa assegurar que as despesas do governo estejam alinhadas com suas prioridades e capacidades financeiras.

2.4.4 LEIS ORDINÁRIAS E O FNDCT NO PERÍODO DE 2001 A 2016

O processo orçamentário brasileiro, compreendendo 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, 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.

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). Em 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.

Em resumo, o sistema orçamentário brasileiro, integrando o PPA, a LDO e LOA, forma a espinha dorsal do planejamento financeiro governamental. No entanto, enfrenta desafios significativos na execução das políticas, como exemplificado neste estudo pelas políticas de CT&I financiadas pelo FNDCT entre 2001 e 2016. Nesse período, apesar de o planejamento estratégico parecer alinhar os programas de CT&I com as diretrizes orçamentárias, as frequentes alterações e contingenciamentos comprometeram a continuidade linear dos financiamentos. A administração do FNDCT, conduzida pela FINEP, demonstrou períodos de instabilidade e incerteza devido à volatilidade dos fundos alocados. A LDO, apesar de sua intenção de direcionar e ajustar as finanças públicas anualmente, muitas vezes não conseguiu mitigar os riscos fiscais de maneira efetiva, resultando em execuções orçamentárias que não correspondem ao planejado inicialmente e que incorrem em contingenciamentos. Assim, a integração entre PPA, LDO e LOA pode ficar fragilizada, prejudicando a execução de políticas fundamentais para o desenvolvimento tecnológico e científico do Brasil.

2.5 FINANCIAMENTO PÚBLICO E PRODUTIVIDADE CIENTÍFICA

O impacto do financiamento público na produção de artigos científicos para os países desenvolvidos, embora não seja uma literatura recente (Quadro 3), ainda é divergente, tanto no que tange à quantidade de artigos e, principalmente, à qualidade dos artigos produzidos (CRESPI e GEUNA, 2008; JACOB e LEFGREN, 2011[a e b], BENAVENTE *et al.*, 2012, HU, 2020). Entre as causas de resultados diferentes, Benavente *et al* (2012) consideram que a principal é a quantidade de recursos financeiros que estão sendo destinados para o financiamento. Países que destinam uma maior quantidade de recursos teriam um maior retorno na quantidade de artigos científicos publicados e na qualidade desses artigos. A qualidade demoraria um pouco mais para ser captada pelos estudos

Entre os autores que encontram uma relação positiva entre o financiamento público e a quantidade de artigos produzidos, alguns apresentam um efeito que se assemelha a letra J. Isso quer dizer que, num primeiro momento do recebimento de recursos, os resultados serão subestimados, pois, não estão sendo mensurados aos estoques de conhecimento intangíveis. Posteriormente, o resultado na produtividade científica será superestimado, pois, os estoques de conhecimento intangíveis gerarão resultados e serão mensuráveis (BEAUDRY e ALLAQUI, 2012; MULYANTO, 2014; BRYNJOLFSSON, 2021).

No entanto, os efeitos do financiamento sobre a produção de artigos não são homogêneos nas áreas de pesquisa (JACOB E LEFGREN, 2011; FEDDERKE E GOLDSCHIDT, 2015), bem como, a quantidade de financiamento destinada à cada área do conhecimento. Além disso, não necessariamente as áreas que recebem mais financiamento terão uma produtividade maior, caso esses recursos estejam sendo empregados na parte de insumos de infraestrutura para a produção (HU, 2020). Ressalta-se, que o tempo de maturação desses efeitos sobre a produtividade científica leva, em média, de 6 a 7 anos (CRESPI e GEUNA, 2008), ainda que alguns autores destaquem a possibilidade de haver transbordamentos no curto e médio prazo (MULYANTO, 2014). Para os países desenvolvidos, esse impacto limitado pode ser decorrente da competitividade que há no mercado de financiamento a pesquisa, no qual perder uma bolsa apenas faz com que o pesquisador mude para outra fonte de financiamento (JACOB e LEFGREN, 2011).

Quadro 3 - Resumo dos estudos de autores selecionados sobre a avaliação do efeito do financiamento público na produção científica

Autores	Local	Período	Método utilizado	Variável dependente (Produção científica)	Variável explicativa
Chudnovsky et. Al, (2008)	Argentina	1994-2004	Diferenças em Diferenças e Propensity Matching Score	Número de publicação e fator de impacto	Dummy de financiamento (1 se recebeu e 0, caso contrário)
Jacob e Lefgren (2011) a	Estados Unidos	1980-2000	Painel e Variável instrumental	Produtividade científica e financiamento	Financiamento
Defazio, Lockett e Wright (2008)	União Europeia	1990-2004	Painel e Variável instrumental	Publicação logaritimizada	Publicação passada, Dummy de financiamento (1 se recebeu e 0, caso contrário)
Beaudry e Allaoui (2012)	Canadá	1996-2005	Binomial negativa de dados em painel e variável instrumental	Número de artigos	Financiamento
Benavente et. All (2012)	Chile	1988-1997	Regressão descontínua	Número de artigos e de citações	Financiamento
Beaudry e Clerk-Lamallice (2010)	Canadá		Binomial negativa de dados em painel	Número de artigos	Financiamento
Fedderke e Goldschmidt (2014)	África do Sul	2009-2012	Propensity Score Matching - Logit, revisão bibliométrica,	Número de publicações, número de citações	Dummy de financiamento (1 se recebeu e 0, caso contrário)
Tahmooresnejad, Beaudry e Schiffauerova (2015)	Canadá e Estados Unidos	1996-2005	Painel por regressão binomial negativa e Poisson. Variável instrumental	Número de artigos	Financiamento público recebido ao longo de 3 anos defasado em um ano e número de artigos defasados em 3 anos.
Carayol e Lanoe (2019)	França	2009-2012	Propensity Score Matching e diferenças e diferenças	Número de artigos, número de citações e fator de impacto	Financiamento, idade, variáveis dependentes defasadas em 3 anos.

Fonte: Elaboração própria.

Nesta perspectiva, Benavente *et al.* (2012) disseram que, após seis anos de recebimento do recurso público, houve em média duas publicações adicionais por

pesquisador. De forma similar, Chudnovsky *et al.* (2008) demonstraram que o financiamento público gera em média uma publicação adicional. Portanto, apesar de os impactos do financiamento público na pesquisa serem, em sua maioria, positivos, Jacob e Lefgren (2011b) o consideram limitado, em virtude de acarretar poucas publicações adicionais após cinco anos. Porém, deve-se considerar que a maioria das avaliações são feitas para áreas específicas, sendo algumas delas competitivas com o financiamento privado, podendo o pesquisador ter outras fontes de recursos concomitantes com o financiamento público, o que pode reduzir sua eficiência (HOTTEIROTT e LAWSON, 2017). Contrariando essa vertente positiva do impacto do financiamento público sobre a produtividade científica, alguns trabalhos apontam resultados não significativos e até um efeito causal negativo (HUFFMAN e EVENSON 2005).

A relação entre o financiamento e a colaboração entre pesquisadores (MAYER E RATHMANN, 2018; FELL E KÖNIG, 2016) apresenta divergências entre os estudiosos da temática. Há estudos que apontam que não há causalidade entre o financiamento e a colaboração, tampouco em relação ao tamanho da equipe (HU, 2020). Porém, muitos estudos apontam que os pesquisadores formam grupos justamente para aumentar as possibilidades de financiamentos às suas pesquisas assim como suas produções científicas (FEDDERKE e GOLDSCHIDT, 2015; BARLETTA *et al.*, 2017). A formação de grupos seria uma tentativa de diminuir as disparidades tanto em capital humano como físico e ser reflexo, como no caso dos EUA, de uma diminuição no financiamento público, associado ao avanço das tecnologias (ADAMS, *et al.* 2005).

O resultado da produtividade científica do pesquisador individual que participa de grupos em que pelo menos um recebeu financiamento pode depender da quantidade de integrantes dessa equipe, medidos pelo número de autores no artigo científico (Adams *et al.* 2005; ROTOLO e PETRUZZELLI, 2013). Embora parte da literatura demonstre que há evidências de que quanto maior a equipe, maior a produtividade dos pesquisadores (BEAUDRY E LAMALICE 2010; EBADI, 2015) devido ao aumento da divisão de trabalho, também há evidências que existe um limite para que o tamanho da equipe contribua positivamente para o aumento da produção científica e que, atingindo esse limite, a produção possa decair (TAHMOORESNEJAD, *et al.*, 2015; ROTOLO E PETRUZZELLI, 2013), levando a um ambiente não

cooperativo e até autossabotagem por parte dos integrantes do grupo (ROTOLO e PETRUZZELLI, 2013).

As evidências empíricas internacionais que encontraram uma relação positiva entre a colaboração e a produtividade científica apresentam o financiamento entre os fatores que contribuem para esse resultado (EBADI, 2015; DHILLON, IBRAHIM E SELAMAT, 2015; CARAYOL E LANOE, 2018). Além de potencializar a produtividade dos grupos, bolsas de pesquisas também podem estar associadas a melhores posições do pesquisador dentro do grupo (TAHMOORESNEJAD, *et al.*, 2015). Entretanto, esses resultados diretos ocorrem mais em colaborações externas. Nas colaborações internas os resultados são negativos, dando indícios de que os recursos não estão fortalecendo internamente os grupos de pesquisa (EBADI, 2015).

Sendo a colaboração entre profissionais acadêmicos fator positivo na produtividade científica, pode impactar na desigualdade produtiva entre gênero. Por uma questão cultural, as mulheres são menos propensas a criarem esses vínculos, devido à exclusão e à discriminação, seja em redes sociais, recursos institucionais, participação em cargos e eventos importantes, sofridas no ambiente de trabalho (LEWIS, 1975; MATHEWS e ANDERSEN, 2001). Quando a pesquisadora mulher consegue driblar esse sistema e se insere numa rede de coautoria, sua chance de maior publicação em periódicos de prestígio aumenta em 50% (MAYER e RATHMANN, 2018).

Nesse sentido o gênero do pesquisador, pode ter efeito indireto, porém, cumulativo no ambiente acadêmico que transborda para a produtividade científica (MATHEWS e ANDERSON 2001; JACOB E LEFGREN, 2011). Esse resultado não pode ser confundido com falta de ambição profissional da pesquisadora mulher (MATHEWS e ANDERSON, 2001). Entre as possíveis explicações para a menor produtividade das mulheres, tem-se a dificuldade de apoio institucional, social e um menor financiamento (ROLAND e FONTANESI-SEMI 1996; SCHNEIDER 1998). Além da complexa discussão de como a produtividade da mulher é afetada pelo casamento e pelos filhos, existem vários fatores que influenciam essa relação, como a profissão do parceiro e a idade dos filhos.

Como em muitas vezes o financiamento ao pesquisador é concedido mediante sua produtividade, a desigualdade de gênero na produtividade científica (MAYER e RATHMANN, 2018) pode fazer com que as mulheres recebam menos financiamentos que os homens (STEPHAN, 2012; HOTTENROTT e LAWSON, 2017). Na contramão,

há estudos que apontam que o gênero não está relacionado com a produtividade científica individual dos pesquisadores (CHEN, GUPTA e HOSHOWER, 2010).

Outro aspecto que pode estar relacionado com a colaboração e o financiamento é a idade dos pesquisadores. A literatura se divide em duas principais correntes de pensamentos, a primeira que vê essa relação no formato de um U invertido e a segunda que vê uma relação linear direta entre elas. A primeira corrente de pensamento afirma que essa relação segue uma curva no formato de U invertido, cresce até atingir o pico e depois vai diminuindo, conforme a idade do pesquisador vai aumentando, sendo que o pico nos países desenvolvidos ocorreria entre os 30 e 40 anos de idade e nos países em desenvolvimento com 53 anos (LEVIN e STEPHAN, 1991; LEE e BOZEMAN, 2005; MULYANTO, 2014, ABRAMO, D'ANGELO e MURGIA, 2016).

Entretanto, para a segunda corrente de pesquisadores, desenvolvidas principalmente em países em desenvolvimento, afirma-se que a produtividade científica continua aumentando com a idade do pesquisador (BRAMBILA e VELOSO, 2007, BEAUDRY e ALLAOUI, 2012; DHILLON, IBRAHIM e SELAMAT, 2015). Brambila e Veloso (2007) demonstraram que para o México a idade não está relacionada com qualquer desaceleração na produtividade científica do pesquisador, que aos 65 anos são tão produtivos quanto os que possuem 43 anos.

As duas correntes de pensamentos são inconclusivas quanto ao efeito do financiamento público. A hipótese de U invertida observa que a motivação financeira futura é um fator importante para a produtividade científica presente do pesquisador, porém, conforme o tempo passa e o pesquisador vai se consolidando na carreira, ele pode não ter a mesma motivação para a pesquisa e sua produtividade cai (LEVIN E STEPHAN, 199; HU, 2020) fazendo com que os pesquisadores menos beneficiados em experiência e financiamento tenham um impacto maior com o recebimento do financiamento (HU, 2020).

Para a segunda corrente, a motivação financeira não apenas está presente, como se retroalimenta da produtividade científica, que é considerado na literatura como “Efeito Mateus” no qual os pesquisadores com maior renome, mais experientes se sobressaem quando comparado aos iniciantes, seja no reconhecimento e/ou ainda nos recursos financeiros para financiar suas pesquisas, resultando em maior produtividade científica (BEAUDRY e ALLAOUI, 2012; DHILLON, IBRAHIM e SELAMAT, 2015).

Como apresentado nessa seção, a produtividade científica dos pesquisadores é determinada por um conjunto de fatores variantes e invariantes no tempo, que podem ou não serem mensuráveis. O financiamento público recebe papel de destaque entre os determinantes da produtividade científica para os países desenvolvidos. Porém, há escassez de trabalhos para países em desenvolvimento. Portanto, esse trabalho visa, controlando pelas variáveis listadas na literatura empírica (Quadro 3), avaliar se a política pública de financiamento para pesquisadores individuais tem conseguido aumentar a produtividade científica dos pesquisadores brasileiros.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, descrevemos a estratégia empírica adotada para avaliar o impacto do financiamento do FNDCT, via CNPq, na produção científica dos pesquisadores brasileiros. Serão apresentados os modelos econométricos utilizados, bem como seus pressupostos. Além disso, descreveremos como construímos a base de dados exclusiva e as variáveis utilizadas para análise.

3.1 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

Para avaliar o impacto do FNDCT sobre a quantidade de artigos publicados por pesquisadores brasileiros, usaremos três estratégias complementares: uma utilizará dados em painel, uma em *cross-section* e por fim uma de diferenças em diferenças. O painel é formado por todos os pesquisadores cadastrados na plataforma Lattes no período de 1998 a 2016, e será utilizado para as análises exploratórias dos dados e para o modelo econométrico estimado por Poisson e diferenças em diferenças.

A estimação utilizando dados em painel permite o controle da heterogeneidade não observada dos pesquisadores, como a habilidade inata, reduzindo o viés de variável omitida. Já a *cross-section*, por sua vez, foi construída a fim de minimizar um possível efeito de causalidade reversa entre as variáveis publicações e financiamento. A partir de sua construção, é estimada uma regressão de Poisson com variável instrumental com a variável financiamento sendo defasada em relação às demais variáveis. A defasagem temporal entre as variáveis pode ser usada como uma forma de controlar o viés de endogeneidade na análise, quando a fonte de endogeneidade é a causalidade reversa entre a quantidade de artigos publicados e o financiamento público via FNDCT. Entretanto, é importante notar que a defasagem temporal sozinha não é suficiente para garantir a ausência de viés de endogeneidade, pois esta pode surgir de outras fontes de endogeneidade. Portanto, além da defasagem temporal, utilizaremos variáveis instrumentais para controlar a possível endogeneidade e garantir a robustez dos resultados (ANGRIST, IMBENS, RUBIN, 1996; AYOUBI, PEZZONI e VISENTIN, 2019; MUNARI, TOSCHI, 2021).

Além disso, também usaremos a estratégia de diferenças em diferenças (DD) para avaliar o impacto do FNDCT sobre a quantidade de artigos publicados. O DD consiste em comparar a diferença entre a média dos resultados observados para o

grupo de tratamento (os pesquisadores que receberam financiamento do FNDCT) e a média dos resultados observados para o grupo de controle (os pesquisadores que não receberam financiamento) antes e depois da intervenção (ABADIE, ANGRIST E IMBENS, 2002). Esse método é amplamente utilizado na literatura de avaliação de impacto e é considerado uma forma robusta de lidar com problemas de seleção e endogeneidade.

Em resumo, utilizaremos uma combinação de técnicas, incluindo painel Poisson, *cross-section* defasada com variáveis instrumentais e diferenças em diferenças, para avaliar o impacto do FNDCT sobre a quantidade de artigos publicados por pesquisadores brasileiros."

3.2 MODELOS ECONOMETRÍCOS

3.2.1 DADOS EM PAINEL

Greene (2002) e Wooldridge (1999) discorrem que os dados em painel são um tipo especial de séries temporais que compõem medidas repetidas de uma ou mais variáveis para uma amostra de unidades de análise, como pesquisadores, que será trabalhado nesta tese, ao longo do tempo. Os dois autores destacam a importância de se trabalhar com os dados em painel por possibilitar a análise das mudanças nas variáveis ao longo do tempo e os efeitos das diferenças entre as unidades de análise.

A função de produção em painel que modela empiricamente a produtividade dos pesquisadores é demonstrada por:

$$Y_{it} = f(X_{it}, Z_i, \alpha_i, u_{it}) \quad (1)$$

Y_{it} = número de artigos publicados pelo indivíduo no ano

X_{it} = características observáveis dos pesquisadores variantes no tempo;

Z_i = características observáveis dos pesquisadores invariantes no tempo

α_i = heterogeneidades individuais não observáveis e invariantes no tempo;

u_{it} = efeito não observado variante entre indivíduos e no tempo

Demonstrando o emprego das variáveis, o modelo de regressão linear para os dados em painel pode ser representado por:

$$Y_{it} = \mu + X'_{it}\beta + Z'_i\delta + \alpha_i\gamma + u_{it} \quad (2)$$

As heterogeneidades individuais não observáveis (α_i) podem afetar a estimação dos modelos para dados em painel, estando associadas a fatores psicológicos, hábitos de trabalho, habilidade inata do cientista e/ou sua motivação em produzir. Essas apresentam capacidade de explicar, pelo menos parte, do desempenho produtivo do pesquisador. Greene (2002) argumenta que a presença de heterogeneidades individuais não observáveis pode levar a erros de tipo I e tipo II nas estimativas dos coeficientes do modelo caso não considerado e, conseqüentemente, as inferências sobre os efeitos dos regressores podem ser comprometidas. Para controlar as heterogeneidades individuais, alguns métodos para dados em painel são possíveis, entretanto, neste trabalho, serão testados os dois mais utilizadas na literatura, sendo eles a estimação por Efeitos Aleatórios (EA) e por Efeitos Fixos (EF).

De acordo com Wooldridge (1999), o modelo EF assume que os efeitos específicos individuais não observados são fixos no tempo, e estimará o efeito médio entre os indivíduos. Já o modelo EA permite que os efeitos específicos individuais sejam aleatórios e estima esses efeitos e o efeito médio. No entanto, o autor aponta que, se os dados forem desbalanceados e tiverem muitos valores ausentes, os modelos EF terão estimativas menos eficientes do que os modelos EA.

A abordagem por EA pressupõe ausência de correlação entre α_i e os demais regressores, sendo assim, as individualidades passam a ser incluída no termo de erro, gerando o termo idiossincrático ($v_{it} = \alpha_i + u_{it}$). Entretanto, se a heterogeneidade dos indivíduos for inserida no termo do erro e este estiver correlacionado com alguns regressores, acarretará a quebra de uma das principais hipóteses do modelo clássico de regressão, a endogeneidade. Assim, o modelo de efeitos aleatórios será inconsistente (GREENE, 2002). Nesse contexto, ressalta uma possível inconsistência no modelo, para este trabalho, se essa abordagem for adotada, pois, muito provavelmente, existem fatores não mensuráveis (por exemplo, motivação) que podem estar correlacionados com uma ou mais das variáveis explicativas, como exemplo o financiamento.

Nessa perspectiva, a análise por meio do EF permite que a heterogeneidade individual seja captada através de seu próprio intercepto, sendo que esse não varia ao longo do tempo. Nesta abordagem, aceita-se que α_i seja correlacionado com os

demais regressores, gerando estimativas consistentes. De forma operacional, este modelo explora as continuadas observações do indivíduo controlando as características individuais não observáveis e elimina o efeito invariante no tempo. Embora esta abordagem pareça ser a mais adequada de acordo com a literatura, pois capta as possíveis heterogeneidades de nosso modelo, ela acaba por eliminar do modelo variáveis importantes dele que não variam no tempo (GUJARATI e PORTER, 2012).

Demonstrado isso, as duas abordagens serão utilizadas neste trabalho. Posteriormente, para uma comparação entre os dois modelos, será aplicado o teste estatístico de *Hausman*, que apresenta como hipótese nula, que não há diferença significativa entre os estimadores do efeito fixo e do efeito aleatório. Portanto, de acordo se a hipótese nula for rejeitada, conclui-se que o modelo apropriado é o de efeito fixo, pois provavelmente os efeitos aleatórios estão correlacionados com um ou mais regressores (GUJARATI e PORTER, 2012).

3.2.2 POISSON

Como a variável dependente é quantitativa, discreta e não negativa, logo, é um dado em contagem e o modelo de regressão linear não é adequado. Para possibilitar a estimação da regressão quando a variável dependente é considerada de contagem, a literatura indica o modelo de Poisson. Para dados em painel será estimado o poisson com efeitos aleatórios e com efeitos fixos, e para os dados de cross section, poisson com variável instrumental.

Seguindo Wooldridge (2010) o modelo para este trabalho será:

$$E(Qtd\ de\ artigos\ publicados_{it} | Financiam_{it}, X_{2it}, \dots, X_{kit}) \\ = \exp(\beta_0 + \beta_1 Financiam_{it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit}) \quad (3)$$

Assim, os valores previstos da Qtd de artigos publicados serão positivos, dado que $\exp(.)$ é sempre positivo. Aplicando log em (3) temos:

$$\begin{aligned} & \log(Qtd\ de\ artigos\ publicados_{it} | Financiamento_{it}, X_{2it}, \dots, X_{kit},) \\ & = \beta_0 + \beta_1 Financiamento_{it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_k X_{kit} \end{aligned} \quad (4)$$

A estimação do modelo de Poisson será feita pela máxima verossimilhança, dado que a distribuição dos dados em contagem possui heterocedasticidade que impossibilitam a estimação por mínimos quadrados não lineares. Como estamos trabalhando com uma distribuição de Poisson que é determinada pela sua média, podemos encontrar as probabilidades condicionais de qualquer valor das variáveis explicativas. Logo que tenhamos as estimativas dos β poderemos inseri-las nas probabilidades de vários valores de x e podemos construir a função de log-verossimilhança:

$$\mathcal{L}(\beta) = \sum_{i=1}^n l_{it}(\beta) = \sum_{i=1}^n \{y_{it} x_{it}\beta - \exp(x_{it}\beta)\} \quad (5)$$

Os erros padrão das estimativas de Poisson $\hat{\beta}$ são obtidos depois de a função de log-verossimilhança ter sido maximizada.

3.2.3 CROSS-SECTION

Os dados de corte transversal, também conhecido como *cross-section*, são uma coleta de dados de vários indivíduos ou unidades em um único período de tempo. Eles são usados para estudar relações entre variáveis e para fazer inferências sobre a população (GREENE, 2002; WOOLDRIDGE, 2010).

Neste estudo, a variável independente, financiamento, foi colocada em uma posição temporal anterior em relação às outras variáveis no modelo de corte transversal. A técnica de defasagem temporal foi utilizada como uma estratégia para controlar o problema de causalidade reversa, sugerindo que a relação entre a variável independente (financiamento) e a variável dependente (quantidade de artigos publicados) não é simultânea, mas sim que ocorre em momentos diferentes. A variável financiamento é representada por uma *dummy* que assume o valor 1 se o pesquisador recebeu financiamento pelo menos uma vez entre 2006 e 2010, e zero para todos os outros casos. A variável dependente, quantidade de artigos publicados, foi medida como a soma dos artigos publicados entre 2011 e 2016. O período escolhido para a

cross-section se deve à disponibilidade de instrumentos para 2010. O modelo de regressão *cross-section* é representado por:

$$\begin{aligned} Qtd \text{ de artigos publicados}_{it} \\ = \beta_0 + \beta_1 \text{Financiamento}_{t-1} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \mu_t \end{aligned} \quad (5)$$

Para possibilitar a estimação da regressão dado que Qtd de artigos publicados, que é um dado contagem, a regressão será estimada por meio do modelo de Poisson:

$$Qtd \text{ de artigos publicados}_{it} = \exp(\alpha + \beta_1 \text{Financiamento}_{t-1} + \beta_2 X_{2t}) + \varepsilon_t \quad (6)$$

Embora a defasagem temporal seja uma ferramenta valiosa para controlar a causalidade reversa, ela sozinha não é suficiente para garantir a ausência de viés de endogeneidade. Outras fontes de endogeneidade, como seleção de observações, erros de medição e falhas na especificação do modelo, também precisam ser consideradas (ANGRIST, IMBENS, RUBIN, 1996, GREENE, 2002; WOOLDRIDGE, 2010). Para garantir a robustez dos resultados, além da defasagem temporal, usaremos variáveis instrumentais para controlar esses problemas e assegurar a precisão das estimativas.

Neste estudo, a técnica de variável instrumental é utilizada para conseguirmos analisar o efeito do financiamento sobre a produção de artigos científicos por pesquisador. Uma ou mais variáveis instrumentais serão inseridas na regressão (6) e devem ser exógenas ao modelo. Essa(s) variável(is) exógena(s) Z_i é denominada variável instrumental na literatura, ou seja, por meio dela, instrumentalizamos o financiamento e podemos estimar o seu efeito sobre a produção de artigos. Os instrumentos devem ser correlacionados com o X endógeno, no caso a variável financiamento, mas não pode ser correlacionada com o erro (termo não observável), vinculado a quantidade de artigos produzidos.

Utilizando a variável instrumental no modelo de Poisson¹¹ (IVPOISSON) a regressão (6) é estimada por meio do Método de Momentos Generalizados (GMM)¹².

¹¹ Foi feito por meio do software STATA utilizando o comando "ivpoisson".

¹² A estimação GMM no comando ivpoisson no Stata é um processo de duas etapas. Na primeira etapa, o estimador GMM utiliza os dados amostrais para formar um conjunto de momentos amostrais e, em seguida, encontra os valores de parâmetro que melhor correspondem aos momentos amostrais aos momentos populacionais definidos pelas condições de momento. Na segunda etapa, o comando

O primeiro passo é estimar uma equação de primeira ordem, usando a variável instrumental para estimar a relação entre a variável independente e a variável de instrumento. O segundo passo é estimar a equação de Poisson utilizando as estimativas obtidas no primeiro passo como instrumento. Esse método de dois passos é chamado de método de instrumentalização de dois estágios, o *two-stage least squares* (2SLS) e é amplamente utilizado para estimar equações de contagem com variáveis endógenas.

A parametrização da variável endógena (financiamento) segue conforme a equação (7):

$$\text{Financiamento}_i = B\tilde{z}'_i + v_i \quad (7)$$

As condições de momento da população para a estimação GMM são $E\{\tilde{z}_i, u_i(Q\text{Tartigos}, x_i, \text{Financiamento}_i, \beta_1, \beta_2)\} = 0$ onde o vetor \tilde{z}_i é dividido como (x'_i, z'_i) . As condições do momento amostral que são formadas, substituem a expectativa pela média amostral correspondente. Dessa forma, o estimador GMM estima os parâmetros do modelo resolvendo um problema de minimização, onde a função objetivo é a soma dos quadrados das diferenças entre as condições de momento amostrais e as condições de momento populacionais. O objetivo é encontrar os parâmetros que tornem essa soma a mais próxima de zero possível.

Estimamos v_i como o resíduo do Financiamento_i em \tilde{z}_i . Em outras palavras, as estimativas de v_i serão usadas como regressores adicionais no modelo de média condicional exponencial para $Q\text{Tartigos}_i$ e assim estimar β_1, β_2 . Dessa forma, as estimativas resultantes de v_i irão controlar a endogeneidade do modelo.

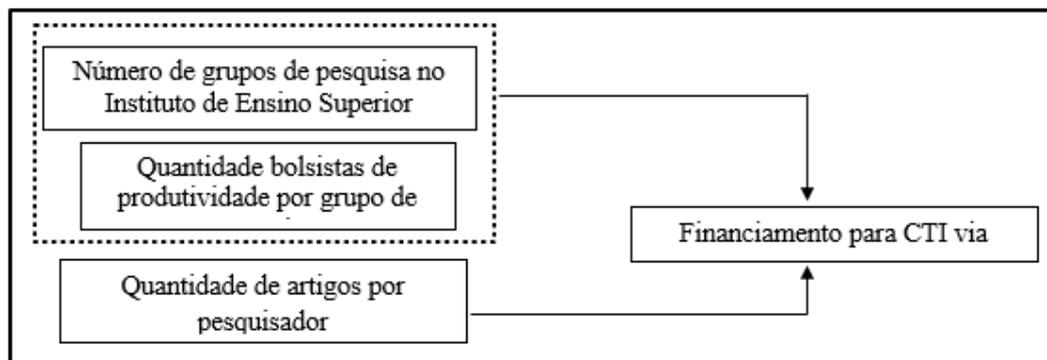
As variáveis instrumentais escolhidas para medir a variável financiamento na avaliação do impacto do financiamento do FNDCT via CNPq na quantidade de artigos publicados por pesquisador individual foram "número de grupos de pesquisa no Instituto de Ensino Superior" menos o grupo em que o pesquisador faz parte, e a

ivpoisson usa esses parâmetros estimados para calcular os resultados desejados, como os coeficientes de regressão e os erros padrão. A utilização de variáveis instrumentais é feita nessa etapa para controlar a endogeneidade e garantir a robustez dos resultados.

O comando "ivpoisson" no Stata usa termos de erro aditivos, também conhecidos como "modelos de média condicional". Isso significa que o modelo assume que a média da variável dependente depende da variável independente, e o termo de erro representa a desvio do valor observado em relação ao valor esperado. O termo de erro é assumido como independente e identicamente distribuído com uma média de zero. Isso contrasta com termos de erro multiplicativos, também conhecidos como "modelos de intensidade condicional", onde o modelo assume que a taxa da variável dependente depende da variável independente, e o termo de erro representa o desvio relativo da taxa esperada.

"quantidade de bolsistas por grupo na Instituição de Ensino Superior" (Figura 4). Isso porque, a presença de mais grupos de pesquisa e bolsistas por grupo na instituição de ensino superior aumenta a chance de um pesquisador individual receber financiamento, indicando que a instituição tem uma cultura de apoio à pesquisa. Quando uma instituição é fortemente engajada em pesquisa, é mais provável que os pesquisadores individuais tenham acesso a mais recursos financeiros, como bolsas e financiamentos para projetos CHUDNOVSKY *et al.* 2008; JACOB e LEFGREN, 2011 a,b; GONZALESZ-BRAMBILA E VELOSO, 2007).

Figura 4 - Relação entre os instrumentos exógenos com o financiamento



No entanto, é importante destacar que a presença de mais grupos de pesquisa e bolsistas por grupo na Instituição de Ensino Superior não garante, de forma direta, a publicação de um artigo científico por parte de um pesquisador individual. A publicação depende de muitos fatores, incluindo a qualidade da pesquisa, a habilidade do pesquisador, o envolvimento em redes internacionais, entre outros. Portanto, apesar da presença de mais recursos financeiros na instituição ser importante para a pesquisa, não é a única variável que influencia a publicação de um pesquisador.

Uma forma de avaliar a validade da estimação é verificar se as variáveis instrumentais são ortogonais à variável de controle condicional. Em outras palavras, se as variáveis instrumentais não estão correlacionadas com as outras variáveis que afetam a variável de interesse, exceto por meio da variável de controle (DURANTON e TURNER, 2012; WANG *et al.*, 2018). Se as variáveis instrumentais forem ortogonais à variável de controle condicional, isso sugere que a estimação é válida e que os resultados são confiáveis. Se não forem ortogonais, a estimação pode estar enviesada e os resultados podem não ser confiáveis (DURANTON e TURNER, 2012).

Um teste para verificar a ortogonalidade das variáveis instrumentais em relação à variável de controle condicional é o teste de sobreidentificação. Esse teste é realizado após a estimação com variáveis instrumentais e verifica se os instrumentos são de fato não correlacionados com os erros de regressão. Para isso, são utilizados os resíduos da regressão com variáveis instrumentais para testar a hipótese nula de que os instrumentos são ortogonais aos resíduos. A hipótese alternativa é que os instrumentos estão correlacionados com os resíduos, o que indicaria que a estimação com variáveis instrumentais pode ser enviesada.

O teste de sobreidentificação geralmente é realizado por meio do teste de Hansen (Medeiros et al, 2020), que compara a matriz de covariância dos resíduos com uma matriz de covariância teórica que assume a ortogonalidade dos instrumentos e dos resíduos. Se a diferença entre as duas matrizes de covariância for pequena o suficiente, a hipótese nula de ortogonalidade é aceita e a estimação com variáveis instrumentais é considerada válida. Especificamente, as hipóteses do teste de Hansen são:

- **Hipótese nula:** Os instrumentos são válidos, ou seja, são ortogonais aos resíduos, indicando que o modelo é identificável.
- **Hipótese alternativa:** Os instrumentos não são válidos, ou seja, estão correlacionados com os resíduos, indicando que o modelo não é identificável.

Se o valor-p obtido pelo teste é menor do que o nível de significância escolhido, então rejeita-se a hipótese nula, e conclui-se que os instrumentos são inválidos. Se o valor-p for maior, então não há evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula, e conclui-se que os instrumentos são válidos, o que será usado como indicativo de que o modelo não está endógeno, ou seja, que os resultados obtidos são válidos e confiáveis.

Com os instrumentos definidos e validados, estimaremos a equação (6) para descrever o efeito do financiamento sobre a quantidade de artigos científicos publicados dos pesquisadores sem o efeito da causalidade reversa.

3.2.4 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 Wooldridge (2010) e Angrist (1990), 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:

$$\text{Qtd de artigos publicados}_{it} = X'_{it}\alpha + \gamma\text{Treat}_i + \rho\text{Post}_t + \beta(\text{Treat}_i * \text{Post}_t) + \epsilon_{it} \quad (8)$$

Onde:

Treat_i : é uma *dummy* que assume valor 1 se o indivíduo i pertence ao grupo que foi financiado e valor 0 caso contrário;

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 α , 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.

γ e ρ : 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.

3.2.5 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:

$$\text{Qtd de artigos publicados}_{it} = \alpha + \beta_1 \text{Post}_t + X'_{it}\gamma + \pi_i + \tau_i \epsilon_{it} \quad (9)$$

- 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 γ , que controla por outras variáveis que podem influenciar o resultado além do tratamento.
- π_i e τ_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

A utilização combinada de diferentes técnicas econométricas nesta Tese visa garantir uma análise robusta e confiável dos efeitos do financiamento público na produção científica. Cada técnica foi escolhida para abordar aspectos específicos do problema de pesquisa, como endogeneidade e simultaneidade, que poderiam distorcer as estimativas de impacto. O modelo de Painel Poisson permite controlar para variáveis não observadas que podem influenciar a produtividade científica dos pesquisadores, enquanto o modelo Cross-Section Poisson com Variável Instrumental ajuda a mitigar problemas de causalidade reversa, utilizando instrumentos exógenos

relacionados ao financiamento. A abordagem de Diferença em Diferenças foi adotada para isolar o efeito causal do financiamento comparando grupos tratados e de controle, e o modelo de Diferença em Diferenças Estendido com Efeitos Fixos possibilita uma análise temporal detalhada do comportamento dos pesquisadores financiados. Alinhar essas técnicas proporciona uma triangulação metodológica que aumenta a validade interna do estudo, ao minimizar as potenciais fontes de viés e assegurar que os resultados capturam o verdadeiro efeito do financiamento sobre a produção científica.

Portanto, a combinação desses métodos, juntamente com o uso de um conjunto de dados extenso e abrangente, reduz a probabilidade de que os resultados encontrados não estejam captando o efeito do financiamento, oferecendo uma avaliação rigorosa e detalhada da política do FNDCT. A importância da avaliação do impacto do financiamento do FNDCT na produtividade científica dos pesquisadores reside no fato de que essa análise pode identificar tanto pontos fortes quanto fracos no sistema de financiamento existente. Isso fornece informações que podem otimizar o uso dos recursos disponíveis. Além disso, pode-se avaliar os impactos das políticas governamentais e ajudar na formulação de estratégias para o avanço científico e tecnológico do país. Ao ressaltar a importância do financiamento público da pesquisa, esse estudo pode contribuir para a construção de uma base sólida, no contexto brasileiro, para o desenvolvimento de políticas que fomentem um ambiente propício à inovação e ao progresso científico. Esse ambiente propício, por sua vez, pode ajudar o Brasil a competir efetivamente no cenário internacional no futuro.

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 Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – 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 4.

Quadro 4 - Variáveis analisadas, sinal esperado, fonte e construção

Variável	Variável /sinal esperado	Fonte	Construção
Nº de 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 ²	Controle (-)	Lattes	Idade estimada multiplicada por ela mesma
Regiões	Controle (+/-)	Lattes	1 = Norte 2 = Nordeste 3 = Sudeste 4 = Sul 5 = Centro - Oeste
Área do conhecimento	Controle (+/-)	Lattes	1 = Ciências da Saúde 2 = Ciências Agrárias 3 = Humanidades ¹³ 4 = Ciências exatas, da terra e engenharias ¹⁴

Fonte: Elaboração própria.

¹³ Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas e Linguística, Letras e Artes.

¹⁴ O preenchimento manual dos dados na plataforma Lattes frequentemente leva a campos incompletos, resultando em lacunas significativas nos dados coletados. Especificamente, informações detalhadas sobre as grandes áreas do conhecimento estavam disponíveis em apenas 65% dos registros. Apesar dessas limitações, esses dados foram incorporados à nossa análise, exceto para o DD, com a variável de área de conhecimento servindo primariamente como um controle. A relevância dessa variável para a especificação dos modelos estatísticos permite uma avaliação mais acurada dos efeitos principais em estudo. Devido à incompletude dos dados, foi necessário adaptar a categorização das áreas do conhecimento. As áreas foram agrupadas em quatro categorias principais: 1 = Ciências da Saúde, 2 = Ciências Agrárias, 3 = Humanidades, e 4 = Ciências Exatas, da Terra e Engenharias. Embora reconheçamos que a junção das Ciências Exatas, da Terra e Engenharias em uma única categoria pode não ser ideal, essa estratégia foi adotada para contornar a falta de dados e permitir um controle mais efetivo das características que podem influenciar os resultados da pesquisa. Além disso, introduzimos variáveis *dummy* para identificar especificamente essas grandes áreas, auxiliando na minimização do viés decorrente das lacunas nos dados.

Por meio da plataforma Lattes foi possível obter características curriculares e pessoais dos pesquisadores e assim construir as variáveis dependente e de controles desse estudo, apresentadas no Quadro 4. Como a plataforma contém muitos cadastros, foi necessário selecionar quais indivíduos seriam considerados pesquisadores para evitar uma sub-representação do grupo. Assim, 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).

Inicialmente, a base da plataforma Lattes continha um painel de aproximadamente 33,5 milhões de observações, contemplando os anos de 1998¹⁵ a 2016. Dada a existência de homônimos, nomes repetidos no mesmo ano com identificador diferente, foi necessário retirar da base de dados essas informações conflitantes, que foram em torno de 2 milhões de observações. A base ficou, portanto, com aproximadamente 31 milhões de observações.

A base de dados do FNDCT contém informações dos pesquisadores financiados no período de 2001 a 2016 para todos os 16 fundos que estiveram sob o gerenciamento de fomento do CNPq. Para fazer as análises, o Fundo Verde-Amarelo foi excluído da amostra por ter como foco específico o fomento da interação Universidade-Empresa. A junção da base do Lattes com a da FNDCT foi feita através dos nomes dos pesquisadores após sua escrita ter sido uniformizada para evitar erros. A base do FNDCT inicialmente continha aproximadamente 335 mil observações, das quais 235 mil estavam presentes na base da Lattes e aproximadamente 100 mil não tinham o correspondente na base do Lattes. Das aproximadas 235 mil observações que ficaram na junção das duas bases, 19,698 observações possuíam nomes iguais,

¹⁵ Para o modelo de diferenças em diferenças, o período estendido de análise de 1995 a 2016 foi estrategicamente escolhido para capturar uma amplitude maior de impactos relacionados ao financiamento sobre a produção acadêmica. Este intervalo mais longo facilita uma análise robusta das tendências antes e após a intervenção, que é crucial para a metodologia de diferenças em diferenças, pois esta compara os grupos de tratamento e controle ao longo do tempo. A escolha deste período visa abranger variações significativas, como alterações em políticas de fomento e oscilações econômicas que podem afetar a produtividade acadêmica.

Para as demais análises, o intervalo de 1998 a 2016 foi selecionado baseado na consistência e na integridade dos dados após a exclusão de aproximadamente 2 milhões de observações problemáticas devido a homônimos. Este recorte assegura que as análises se alinhem à qualidade dos dados e às características específicas dos conjuntos de dados após a limpeza, oferecendo uma fundação mais sólida para as inferências estatísticas.

mas não possuíam correspondentes iguais e foram retiradas da base a fim de evitar o erro de considerar como iguais duas pessoas diferentes devido aos homônimos.

As variáveis de interesse são a quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores, que é a soma dos artigos publicados no ano por pesquisador e o financiamento, apresentados no Quadro 4. O financiamento é em valores monetários¹⁶, porém, para avaliar a efetividade da política será utilizada com variável *dummy* que apresentará valor 1 se o pesquisador foi beneficiado, ou seja, se em algum ponto do período recebeu valor do FNDCT maior que 0, e 0 caso contrário

Como o objetivo desse trabalho é avaliar o efeito do financiamento sobre os pesquisadores acadêmicos, seguindo a literatura do tema foi feito um recorte na base de dados para que só ficassem pesquisadores com títulos de mestres e doutores (MUSCIO *et al.*, 2013; FEDDERKE e GOLDSCHIDT, 2015). A fim de evitar viés de seleção, o painel final é desbalanceado, e foi formado por aproximadamente 7 milhões de observações, em que aproximadamente 135 mil foram financiadas em algum período pelo FNDCT.

As variáveis de controle são divididas entre as categóricas e quantitativas, conforme apresentado no Quadro 4. As variáveis categóricas são: a) *dummy* de sexo que assume 1 se a pesquisadora é homem e 0 caso contrário, espera-se que essa variável apresente sinal positivo (SON, BELL, 2002). b) *Dummies* das 4 grandes áreas, que assume 1 se o pesquisador for da área de: ciências biológicas, ciências exatas, da terra e engenharias, Humanidades ou ciências da saúde, espera-se que apenas a Humanidades apresente sinal negativo, pois as grandes áreas de ciências da saúde e biológicas apresentam grande volume de publicações (ZHU; LIU, 2020) c) *dummies* das 5 grandes regiões brasileiras, que assumem valor um se o pesquisador trabalhar nas regiões: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sul ou Sudeste, em que para as regiões Sul e Sudeste, devido a trajetória de infraestrutura científica e mão de obra qualificada, sejam positivos (CALIARI e RAPINI, 2013).

As variáveis¹⁷ de controle quantitativas são definidas como: número de orientandos (de mestrado e doutorado) que o pesquisador teve nos anos, e idade: corresponde a idade do pesquisador no ano.

¹⁶ Dados de concessão obtidos junto ao CNPq e poderão ser ajustados a partir da prestação de contas junto a FINEP e compatibilização de dados.

¹⁷ As variáveis de controle quantitativas foram padronizadas pelos desvios da média: $\frac{x-\mu}{\sigma}$ para amenizar efeitos de escala.

4. ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS DADOS

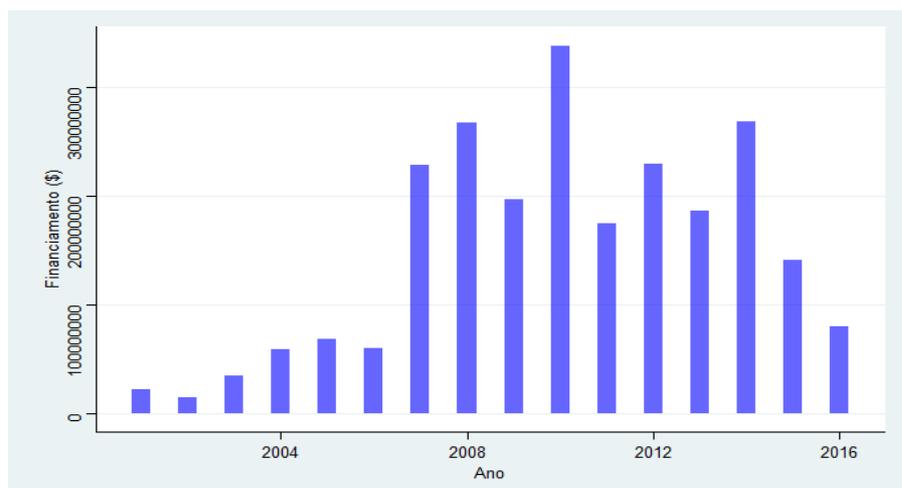
Neste capítulo serão demonstrados por meio de uma análise exploratória a evolução dos recursos dos fundos setoriais no período de 2001 a 2016 e da quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores ao longo dos anos de 1998 a 2016. A análise será com foco nas regiões brasileiras, bem como nas grandes áreas do conhecimento. Também será apresentado análises descritivas das variáveis de controle.

4.1 VARIÁVEL INDEPENDENTE – FINANCIAMENTO

O FNDCT visa financiar a inovação e o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil de modo a promover seu desenvolvimento socioeconômico. Um entre os vários programas de fomento a CTI do FNDCT é a concessão de bolsas de estudo, que visam a capacitação de recursos humanos para a geração de pesquisas científicas e tecnológicas. Para implementar os projetos aprovados, os Comitês Gestores do FNDCT atribuem aos agentes executores, sendo eles, as agências federais como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, a Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, as Fundações de Amparo à Pesquisa - FAP's (quando conveniadas com as agências federais), ou outros órgãos apropriados que desempenhem as funções de contratação, de acompanhamento e de avaliação dos projetos (MCTI, 2017b).

Embora a criação do FNDCT tenha sido uma iniciativa importante para apoiar o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil, seu impacto ao longo dos anos tem sido questionável. A não linearidade no financiamento ao longo do período analisado (2001-2016) apresentado na Figura 5 indica que as medidas adotadas para garantir estabilidade financeira foram insuficientes, o que pode estar afetando significativamente a pesquisa científica e tecnológica no Brasil. O financiamento insuficiente prejudica a capacidade dos cientistas e pesquisadores de realizarem suas atividades e alcançarem seus objetivos. Isso pode afetar negativamente o desenvolvimento de projetos inovadores e a geração de conhecimento. Além disso, pode tornar o país menos atraente para investimentos em pesquisa e desenvolvimento, o que pode prejudicar sua competitividade em âmbito internacional.

Figura 5 - Evolução do financiamento no Brasil (2001-2016)



Fonte: Elaboração própria conforme saída do software RStudio.

A Tabela 1 apresenta informações sobre a distribuição de financiamento para pesquisa científica nas diferentes regiões do Brasil de 2001 a 2016. A média nacional é de 5.339.595,00, mas a região Sudeste tem a média mais alta, que é 9.216.799,00, o que significa que a região recebe em média mais financiamento para pesquisas científicas do que o resto do país.

Por outro lado, a região Norte tem a segunda média mais alta, com 1.775.162,00, mas ainda assim está abaixo da média nacional. Além disso, a região Norte apresenta a maior variação (desvio padrão), o que significa que há mais incerteza em relação à quantidade de financiamento que a região receberá, se comparada a outras regiões.

Tabela 1 - Distribuição do financiamento do FNDCT via FNDCT por meio do CNPq (Brasil e regiões brasileiras, 2001 – 2016).

Região Financiada	Média	Desvio Padrão
Brasil	R\$ 5.339.595,00	R\$ 1.259.908,00
Sudeste	R\$ 9.216.799,00	R\$ 1.805.146,00
Sul	R\$ 950.116,00	R\$ 1.894.973,00
Nordeste	R\$ 1.315.121,00	R\$ 2.017.248,00
Centro-Oeste	R\$ 1.031.427,00	R\$ 184.008,00
Norte	R\$ 1.775.162,00	R\$ 2.223.894,00

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a política de financiamento, é requerido que no mínimo 30% dos recursos sejam destinados para a região Norte, Nordeste e Centro-Oeste, com o

objetivo de reduzir a desigualdade científica no Brasil. A definição de uma porcentagem mínima para as regiões menos desenvolvida corrobora com o proposto por Araújo (1985) que argumentava que um dos possíveis pontos de partida dentre as alternativas para reduzir as disparidades regionais e ainda reorganizar a distribuição espacial brasileira no segmento de CT&I seria uma descentralização dos recursos públicos somada a estratégias que articulassem a informação científica e tecnológica. No entanto, a análise das estatísticas apresentadas na Tabela 1, sugere que ainda há uma desproporção significativa entre as regiões no que diz respeito ao financiamento para pesquisas científicas.

A Figura 6 apresenta informações importantes sobre a distribuição de financiamento por pesquisador em valores monetários por região do Brasil, no período de 2001 a 2016. Para o Brasil o gráfico apresenta uma distribuição normal, com a média do financiamento recebido por pesquisador em torno de R\$10 mil e desvios de R\$100 a R\$1 milhão. A faixa máxima de contagem é de 12.500 pesquisadores.

A região Sudeste tem uma distribuição assimétrica para a direita, com a média mais elevada, em torno de R\$55 mil por pesquisador, desvios para esquerda de R\$1000 e para direita de R\$10 milhões, e as maiores faixas de proporções de pesquisadores, com a máxima contendo 4 mil pesquisadores (Figura 6). A região Sul segue a região Sudeste, com pesquisadores recebendo em média R\$55 mil e desvios padrão para esquerda de R\$1000 e direita de R\$10 milhões, mas com distribuição um pouco mais simétrica. A proporção de pesquisadores por faixa é menor que a do Sudeste, com a máxima sendo de 1.500 pesquisadores.

As regiões menos desenvolvidas, Norte, Nordeste e Centro-Oeste, objetivos da política de financiamento do FNDCT, que exige que pelo menos 30% dos recursos sejam destinados a elas, recebem valores médios abaixo das regiões Sul e Sudeste, por pesquisador, com maior desvio padrão. Entre estas regiões, a Nordeste tem a maior quantidade de pesquisadores, mas o menor valor médio, em torno de R\$10 mil, com desvios para esquerda de R\$100 e direita de R\$1 milhão (Figura 6).

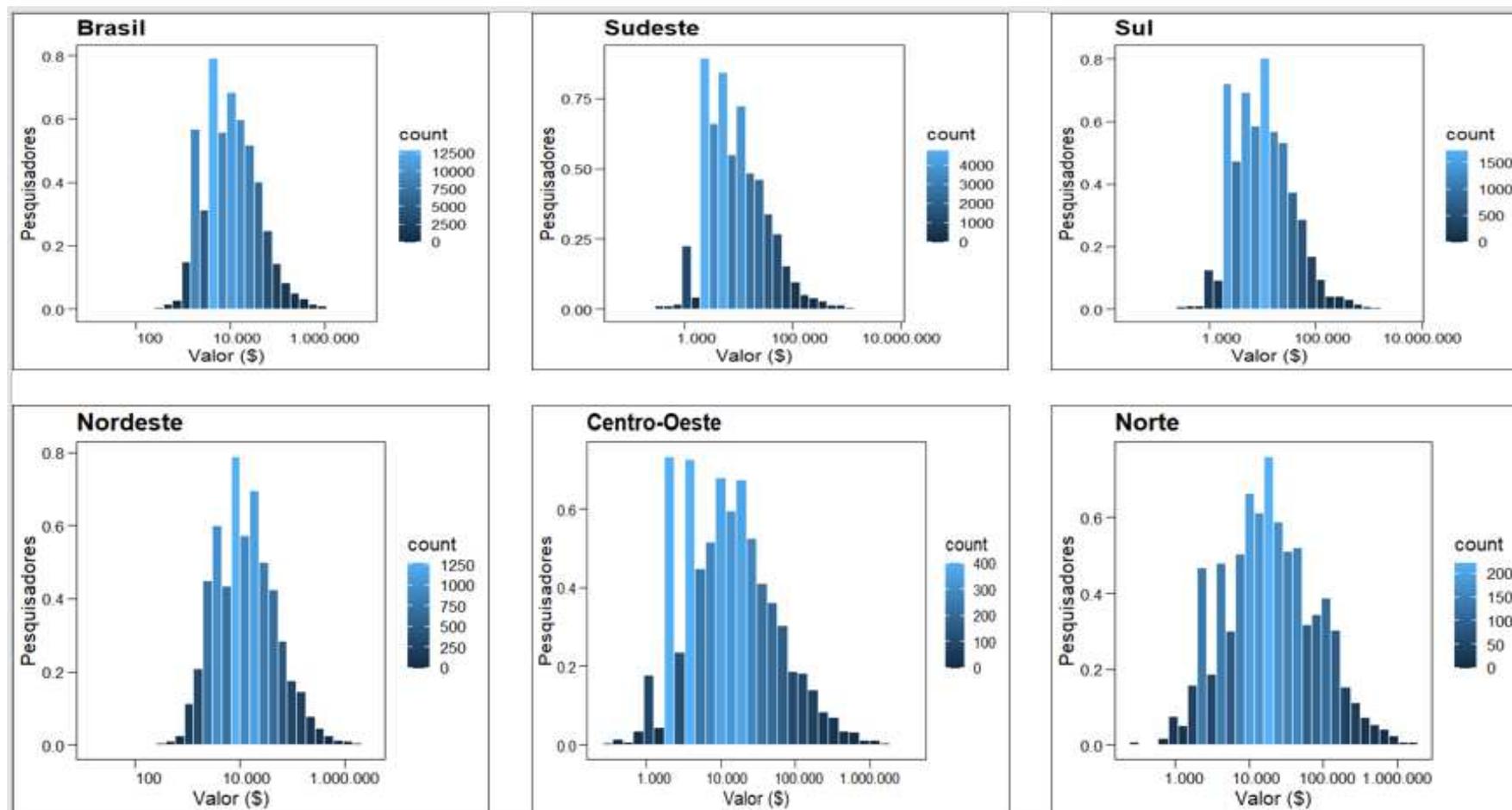
A região Centro-Oeste, a segunda maior entre as menos desenvolvidas em número de pesquisadores, com a máxima da proporção tendo cerca de 400 pesquisadores, tem média de R\$15 mil por pesquisador, com desvios para esquerda de R\$10 mil e R\$1.000 e para direita de R\$100 mil e R\$1 milhão (Figura 6). A região Norte, a menor em número de pesquisadores, tem média de R\$40 mil por pesquisador e segue os desvios da região Centro-Oeste. O menor volume de dinheiro sendo

destinado às regiões prioritárias pode ser explicado pela menor quantidade de pesquisadores e de instituições de ensino superior. Nesse sentido dois fatores contribuem para desequilíbrios no desenvolvimento científico e tecnológico: impedimentos político-ideológicos que levam os pesquisadores a migrarem em busca de ambientes científicos mais compatíveis com suas visões e as condições de trabalho desses pesquisadores (GUIMARÃES; 2012). Esses impedimentos estão de acordo com o argumento de Stephan (2012) sobre a importância da infraestrutura para a produção científica.

Nessa perspectiva, a localização geográfica pode favorecer o ambiente científico e inovador (COOKE, 1992) devido aos conhecimentos tácitos inerentes de cada localização (NELSON E WINTER, 2006; GARCIA *et al.*, 2013). Entretanto, não é seu causador (GARCIA, 2017). A geração de atividades científica e inovadora que possam promover o desenvolvimento econômico depende de uma sinergia de fatores que desencadeiem a capacidade de absorção do aprendizado entre os agentes econômicos (GARCIA, 2017). Considera-se que uma distribuição desigual dos recursos gerados pelo progresso técnico são um dos fatores que geram o “subdesenvolvimento”.

Para a implementação de um desenvolvimento sustentado, as políticas de desenvolvimento em nível regional desempenham papel cada vez mais importante, conjuntamente com o potencial das instituições acadêmicas. Contudo, precisam de incentivo financeiro (ZILAHY; HUISINGH, 2010) que poderia ser, em parte, suprido por meio de investimentos públicos. Isso é ainda mais necessário, quando o país ainda não é desenvolvido, visto que a infraestrutura à pesquisa é baixa, em virtude das restrições orçamentárias (CHUDNOVSKY *et al.*, 2008).

Figura 6 - Distribuição de frequência do valor destinado a financiamento via FNDCT por meio do CNPq (Brasil e regiões brasileiras, 2001 – 2016).

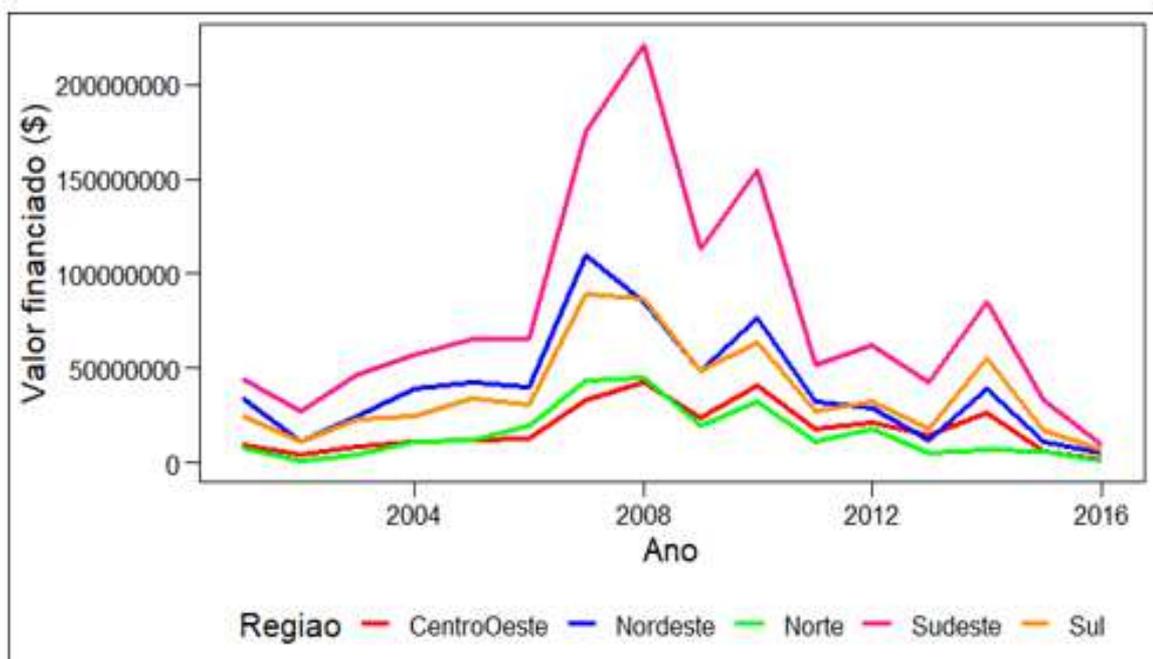


Fonte: Elaboração própria com base nos dados do FNDCT

* Para melhorar a visualização foi aplicado log na variável financiamento.

Analisando temporalmente o financiamento do FNDCT via CNPq para as regiões brasileiras como apresentado na Figura 7 as análises feita para a Figura 6 se mantém. A região Sudeste do Brasil é a que mais recebe investimentos por meio de FNDCT durante todo o período analisado, entretanto a desigualdade com as demais regiões se potencializou entre os anos de 2006 a 2011. O maior direcionamento de recursos para a região sudeste, está correlacionado ao maior número de instituições de pesquisa e de pesquisadores na região (De Negri e Squeff, 2016; Miranda, 2016; Dos Santos, 2016; De Moraes e Turchi, 2016; Campolina, 2016; Kannebley Jr e Ramos, 2016) o que faz dela a maior concentração de profissionais técnicos científicos do país. Além disso, a região Sudeste concentra a maior infraestrutura científica do Brasil, como mais de 50% dos laboratórios científicos de todas as grandes áreas (De Negri e Squeff, 2016; Miranda, 2016; Dos Santos, 2015; De Moraes e Turchi, 2016; Campolina, 2016; Kannebley Jr e Ramos, 2016), que em sua maioria ficam no estado de São Paulo (Miranda, 2016), que como apresentado na Figura 8, foi a unidade federativa que mais concentrou recursos.

Figura 7 - Financiamento para as grandes regiões brasileiras (2001 a 2016)



Fonte: Elaboração própria com bases nos dados do FNDCT, CNPq e RAIS

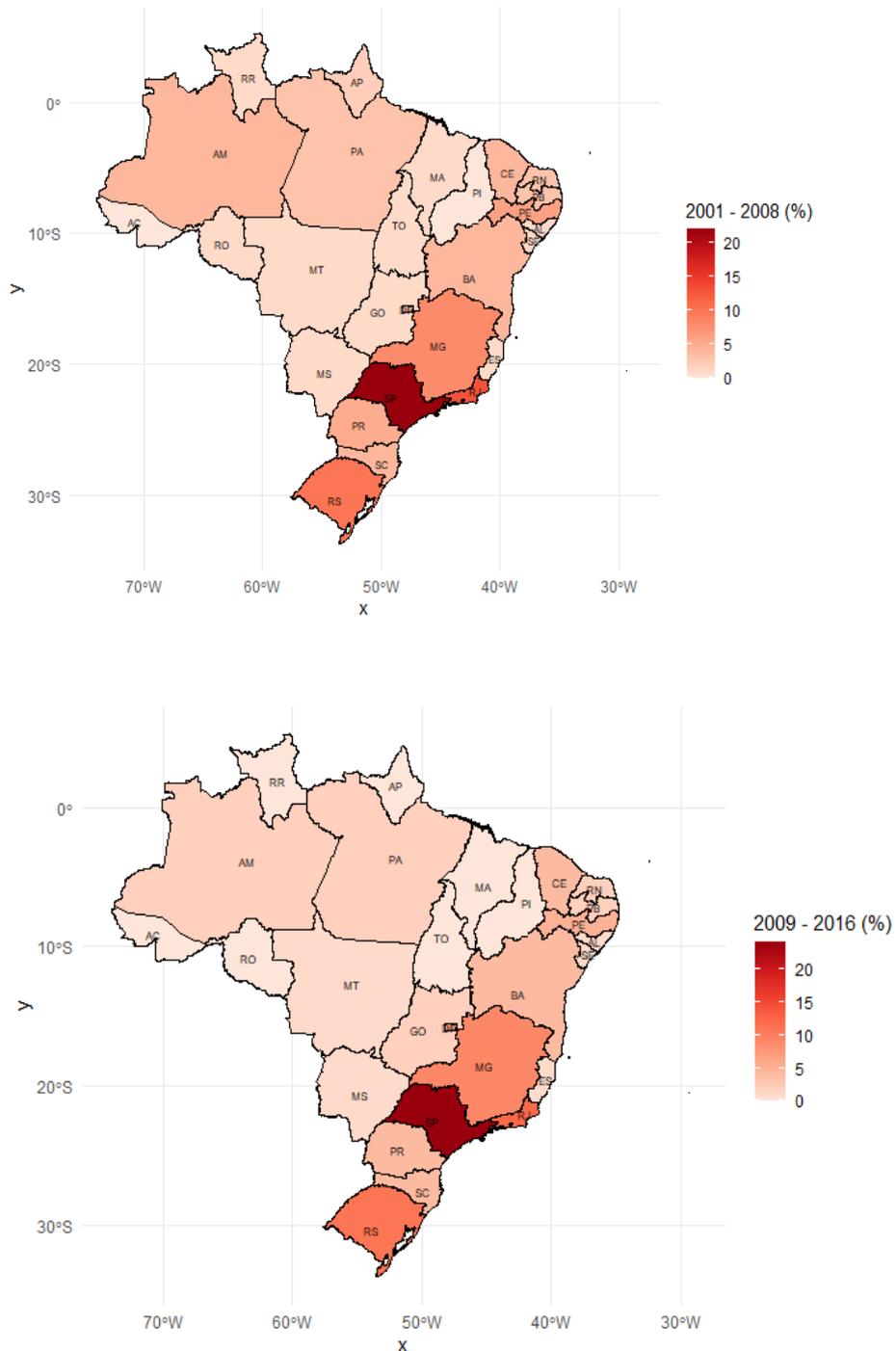
As análises encontradas nas Figuras 6, 7 e 8 permitem demonstrar que embora haja esforços para descentralizar o financiamento e as infraestruturas sejam boas nas regiões menos desenvolvidas (CALIARI E RAPINI, 2013), a falta de massa crítica de

pesquisadores e técnicos para aproveitar os recursos limita a efetividade desses esforços. Essa constatação abre margem para repensar e formular políticas de fomento das atividades científicas e tecnológicas em regiões menos desenvolvidas (SANTOS, 2014). Uma das formas das regiões e estados menos desenvolvidos conseguirem realizarem o *catching up* seria mediante um esforço de desenvolvimento científico e tecnológico de cada região e estado que fosse superior àquele empreendido pela região e estado mais desenvolvido (CASALI, SILVA, CARVALHO, 2010).

A Figura 8 retrata, ainda que a queda no financiamento potencializou a desigualdade no financiamento entre as regiões. Essa queda contraria insumos necessários para a implementação de um desenvolvimento sustentado, dado que as políticas de desenvolvimento em nível regional desempenham um papel cada vez mais importante, juntamente com o potencial das instituições acadêmicas. Investimentos públicos poderiam, em parte, suprir a necessidade de incentivo financeiro (ZILAHY; HUISINGH, 2010). Isso é particularmente necessário em países em desenvolvimento, onde as restrições orçamentárias resultam em baixa infraestrutura para pesquisa (CHUDNOVSKY et al., 2008).

Nesse sentido, estudos empíricos têm encontrado relações positivas entre o SRI e o investimento público. Roper *et al.*, (2004) discorrem que entre os benefícios sociais de se fazer P&D com financiamento público regional estão os incrementos em potencial para a base de ciência pública por meio de artigos publicados, patentes ou conhecimentos codificados em novos produtos ou equipamentos. Somam-se aos benefícios sociais de se fazer P&D com investimento público focado na região, o impacto na produtividade de P&D e os *spillovers* de renda. Tal fenômeno ocorre quando um centro ou projeto de P&D gera uma oferta ou demanda local na qual há reduções de custo ou melhorias de qualidade que não são totalmente refletidas nas mudanças de preço fortalecendo o SRI (ROPER *et al.*, 2004).

Figura 8 - Evolução da distribuição do financiamento nas Unidades Federativas Brasileiras (2001 – 2016)

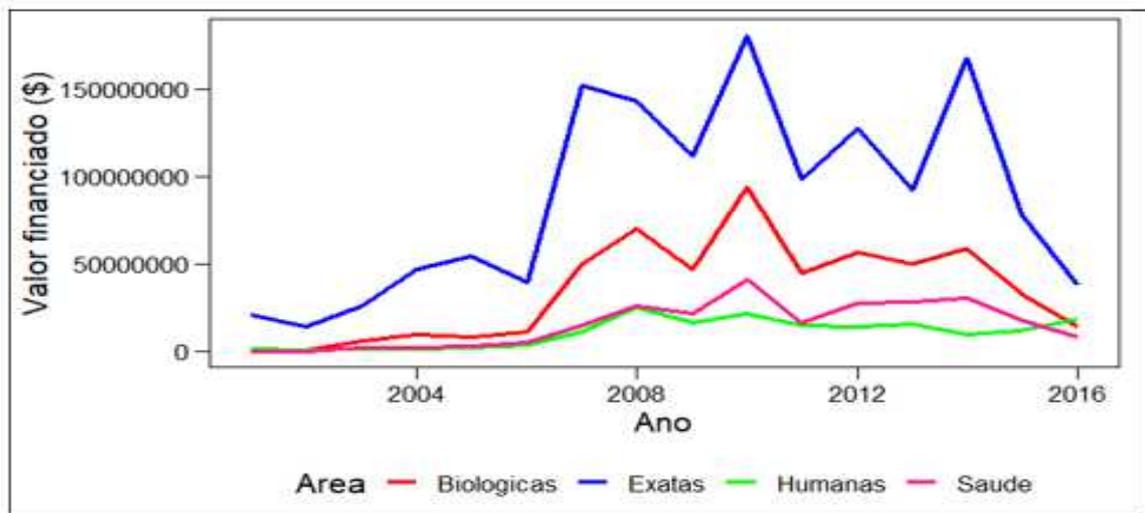


Fonte: Elaboração própria com base nos dados do FNDCT.

Por meio da Figura 9, pode-se ver que, no período de 2001 a 2016, a área de ciências exatas, da terra e engenharias foi a que mais recebeu valor, com um valor total acumulado de cerca de R\$ 524 milhões. O valor maior destinado a esta área pode ser explicado do fato que a principal fonte dos recursos era advinda do fundo

setorial CT-Petro e a estratégia inicial do FNDCT era o de financiar as pesquisas em áreas do setor de origem, portanto, o fundo setorial de Petróleo tinha como maior foco a área de conhecimento de engenharias, que está dentro da grande área do conhecimento de ciências exatas, da terra e engenharias. A área de ciências da saúde vem em segundo lugar, com um valor acumulado de cerca de R\$ 444 milhões. A área de ciências biológicas vem em terceiro lugar, com um valor acumulado de cerca de R\$ 325 milhões. Por fim, a área de humanas vem em quarto lugar, com um valor acumulado de cerca de R\$ 204 milhões.

Figura 9 - Financiamento para as grandes áreas do conhecimento (Brasil, 2001 a 2016).



Fonte: Elaboração própria com bases nos dados do FNDCT, CNPq e RAIS.

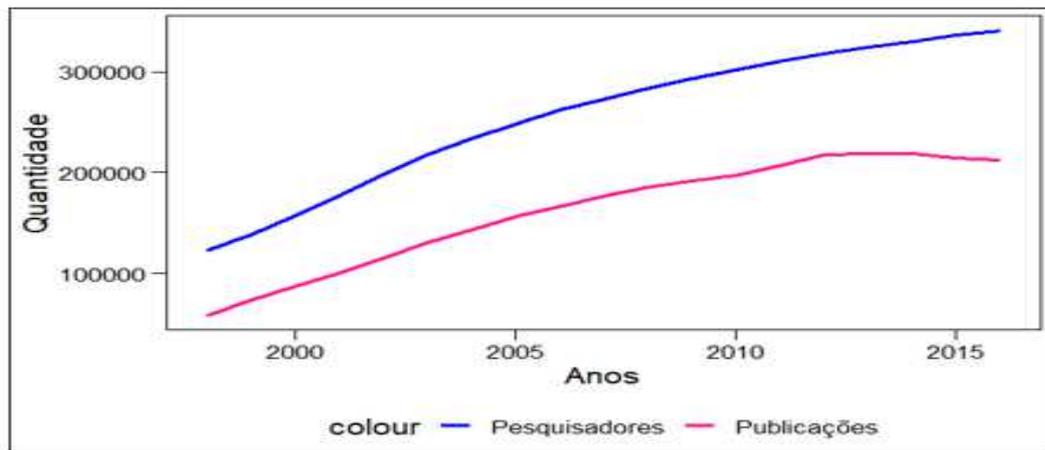
Ao longo do período de 16 anos, é possível ver uma tendência de crescimento no valor recebido pelas áreas de ciências da saúde, ciências biológicas e ciências exatas, da terra e engenharias, enquanto a área de humanidades apresentou uma variação mais constante, entretanto nos últimos dois anos do período analisado, foi a única área a apresentar crescimento no volume de financiamento recebido (Figura 9). De 2006 a 2008, houve um aumento significativo no valor recebido pela área de saúde, com um aumento de cerca de 140% em relação a 2005.

4.2 VARIÁVEL DEPENDENTE – QUANTIDADE DE ARTIGOS PUBLICADOS

A plataforma Lattes é um sistema que integra informações curriculares e institucionais da área de ciência e tecnologia no Brasil. A partir da criação do formato de Currículo Lattes, houve um aumento na coleta de informações curriculares e agora é utilizado por várias instituições de fomento, universidades e institutos de pesquisa.

O estudo dos dados da plataforma Lattes cobre o período de 1998 a 2016 e inclui informações pessoais e curriculares dos pesquisadores que publicaram pelo menos uma vez nesse período. A Figura 10 aponta que houve um aumento linear de 177% na quantidade de pesquisadores no período analisado.

Figura 10 - Evolução da quantidade de artigos publicados no Brasil (1998 – 2016)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da plataforma Lattes.

Em relação à quantidade de artigos publicados por esses pesquisadores, a Figura 10 mostra um aumento de 265% no período, mas a partir de 2012, houve uma tendência de queda. O pico de aumento na quantidade de pesquisadores foi registrado entre 2003 e 2005, com um aumento de aproximadamente 20% na quantidade de pesquisadores em relação ao período anterior. Já o pico na quantidade de artigos publicados ocorreu entre 2011 e 2012, com um aumento de aproximadamente 10% na quantidade de artigos publicados em relação ao período anterior. No entanto, a partir de 2012, houve uma tendência de queda na quantidade de artigos publicados.

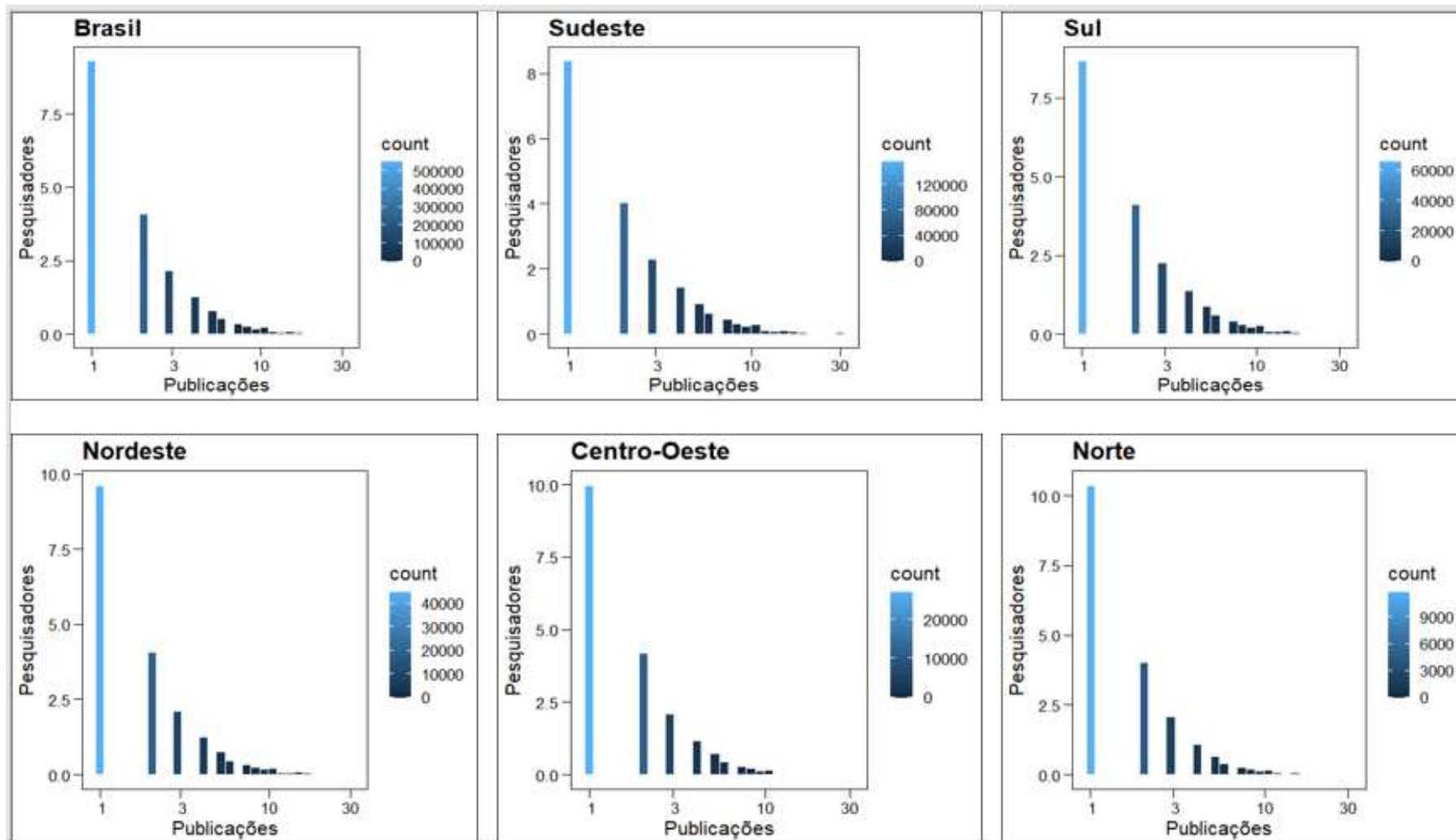
Por meio da Figura 11, confirma-se que a variável dependente, quantidade de artigos, é um dado de contagem e tem padrão de comportamento igual na distribuição de frequência, quando se olha apenas para o Brasil, ou quando desagrega a análise

e olha para as regiões. A maior concentração de pesquisadores que publicaram artigos pelo menos uma vez no período de 1998 a 2016 está na região Sudeste, em que a faixa de proporção máxima de pesquisadores é de 120 mil.

A região Sul concentra a segunda maior faixa de pesquisadores que publicaram no Brasil pelo menos uma vez entre 1998 - 2016 (Figura 11), possuindo metade do número apresentado pela região Sudeste. A região com o menor número de pesquisadores que publicaram no período analisado é a região Norte, seguida da região Centro-Oeste e Nordeste, respectivamente. O menor número de pesquisadores que publicaram no período analisado nessas regiões pode ser explicado pela menor quantidade de programas de pós-graduação no Brasil, como apresenta a Figura 13.

Ressalta-se que a desigualdade na produtividade dos pesquisadores sempre foi um obstáculo para a política científica e para a alocação de recursos públicos destinados à pesquisa. Lotka (1926) foi um dos primeiros a analisar essa desigualdade e, desde então, muitas pesquisas têm sido feitas nessa temática (TURNER e MAIRESSE, 2005). É importante destacar que essa desigualdade não se limita às características individuais dos pesquisadores, mas também à infraestrutura e às externalidades geradas pelos grupos de pesquisa (STEPHAN, 2012).

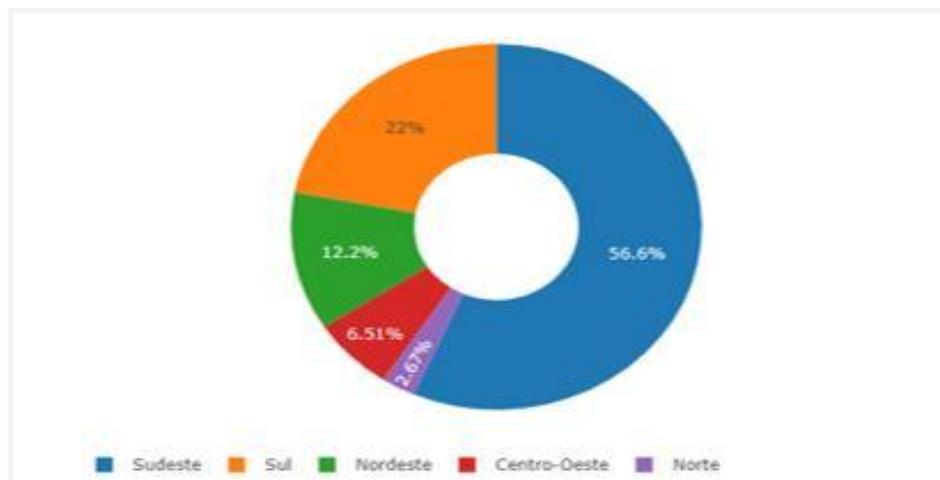
Figura 11 - Distribuição de frequência da quantidade de artigos produzidos (Brasil, 1998 – 2016).



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da plataforma Lattes.

Nesse contexto, a desigualdade na distribuição de programas de pós-graduação está diretamente relacionada à presença de instituições de ensino superior com tradição na formação de mestres e doutores. Ao longo do período de 1998 a 2016, pouco mudou na distribuição regional dos programas de pós-graduação no Brasil (Figura 13). A região Sudeste, especialmente o estado de São Paulo, foi o maior polo de programas de pós-graduação no Brasil ao longo de todos os anos no período. Essa desigualdade na oferta de programas de pós-graduação pode trazer consequências graves para o desenvolvimento regional, especialmente em termos de formação de recursos humanos qualificados, que são financiados pelo programa do FNDCT. A falta de pesquisadores nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste é uma das explicações para essas regiões apresentarem a menor quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores no Brasil, juntas correspondendo apenas a 21,38% como demonstra a Figura 12.

Figura 12 - Percentual de artigos publicados pelos pesquisadores analisados por região (Brasil, 1998 – 2016)

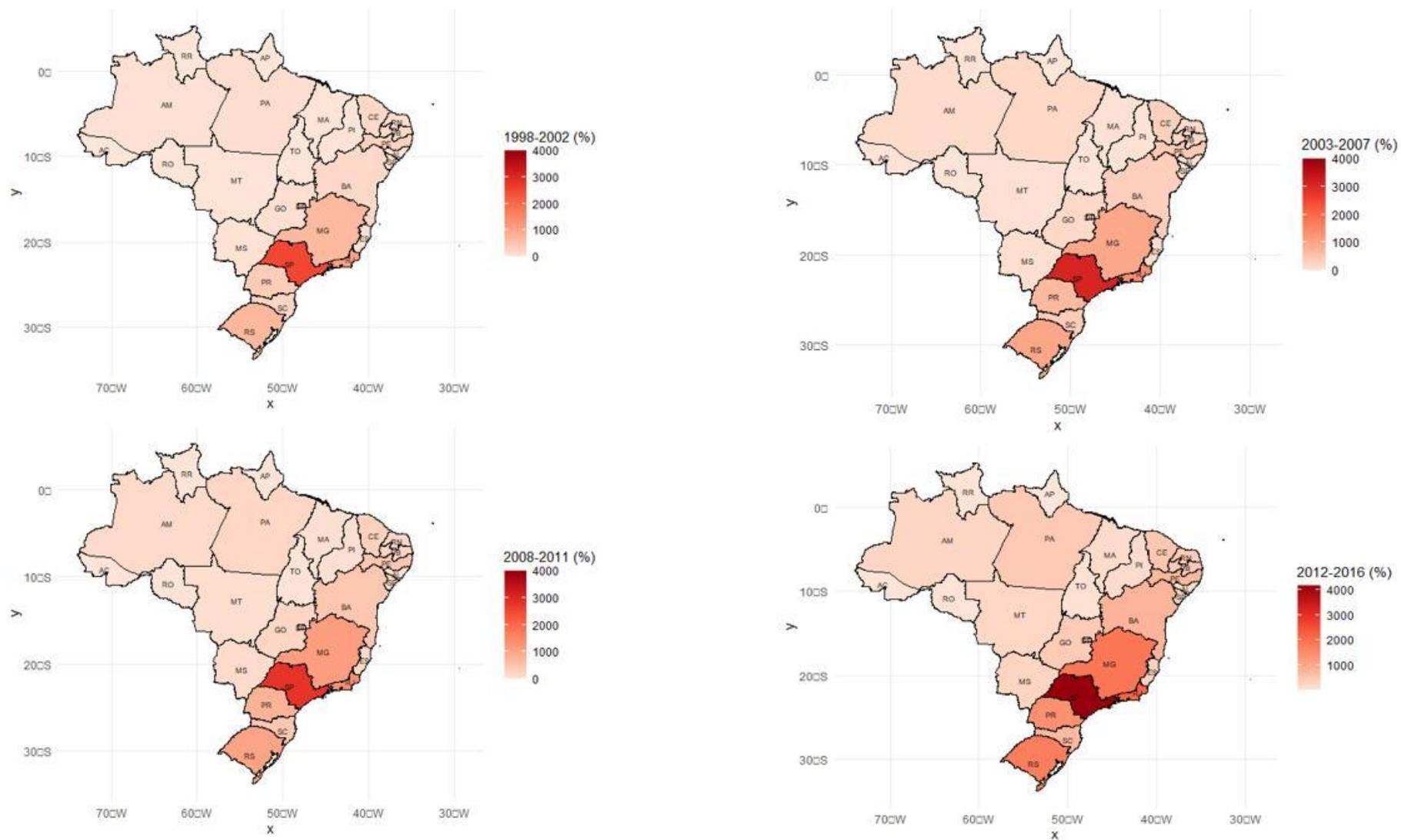


Fonte: Elaboração própria com base nos dados da plataforma Lattes.

A região Sudeste foi responsável por mais da metade de todos os artigos que foram publicados no período de 1998 a 2016. A região Sul, sozinha, publicou o equivalente de artigos que a soma dos artigos publicados pelas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. A produtividade científica, medida pela publicação de artigos, é predominantemente impulsionada pelas universidades. Se direcionadas adequadamente, as universidades têm o potencial de se tornarem atores importantes no desenvolvimento regional, promovendo a criação de polos científicos e tecnológicos. Esses polos, quando bem-sucedidos, podem gerar efeitos de contágio

positivos para as regiões menos desenvolvidas, conforme sugerido por Hirschman (1961). Nessa visão, a universidade pode ser considerada como a indústria motriz de Perroux (1967), cujos encadeamentos na atividade inovativa dinamizariam a região, impulsionando o desenvolvimento (OLIVEIRA Jr. 2014; SANTOS, 2014)

Figura 13 - Distribuição de programas de pós-graduação (Brasil, 1998 – 2016).



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da GEOCAPE

Contudo, é necessário considerar que a captação de efeito entre financiamento e seu transbordamento para a pesquisa ocorre com atraso. Nesse contexto, torna-se natural que efeitos indiretos como benefícios socioeconômicos como aumento da riqueza da região leve um período mais longo ainda para ocorrer (CRESPI; GUENA, 2008). Além disso, é necessário considerar que regiões menos desenvolvidas tenham menor infraestrutura física e de capital humano. Logo, o investimento para essas regiões pode de início ser utilizado apenas para suprir insumos necessários ao início da pesquisa, não trazendo em um primeiro momento um transbordamento de produtividade científica mensurável (SILVA, 2018).

4.3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A Tabela 2 apresenta um comparativo das variáveis quantitativas referentes aos pesquisadores que foram e os que não foram financiados pelo FNDCT, no período de 2001 a 2016. Destaca-se que, em média, os pesquisadores financiados apresentam uma quantidade de artigos científicos publicados maior, em quase um quádruplo, dos não financiados, além de possuir em média mais coautores. Esse resultado concorda com a literatura empírica que apresenta associação positiva entre a colaboração e a produção de artigos e que essa associação também se relaciona com o financiamento. Os pesquisadores colaboram para publicarem mais artigos científicos e aumentarem as suas probabilidades de obterem financiamento (EBADI, 2015; DHILLON, IBRAHIM e SELAMAT, 2015; CARAYOL e LANOE, 2018).

Tabela 2 - Estatísticas descritivas das variáveis quantitativas (2001 – 2016)

	Financiado				Não financiado			
	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Artigos publicados	0	30	2,68	3,98	0	30	0,54	1,55
Coautor	0	29,8	2,93	4,34	0	29,8	1,03	2,38
Orientando	0	60	2,66	7,04	0	60	0,17	1,64
Idade	23	88	40	12	23	88	39	10

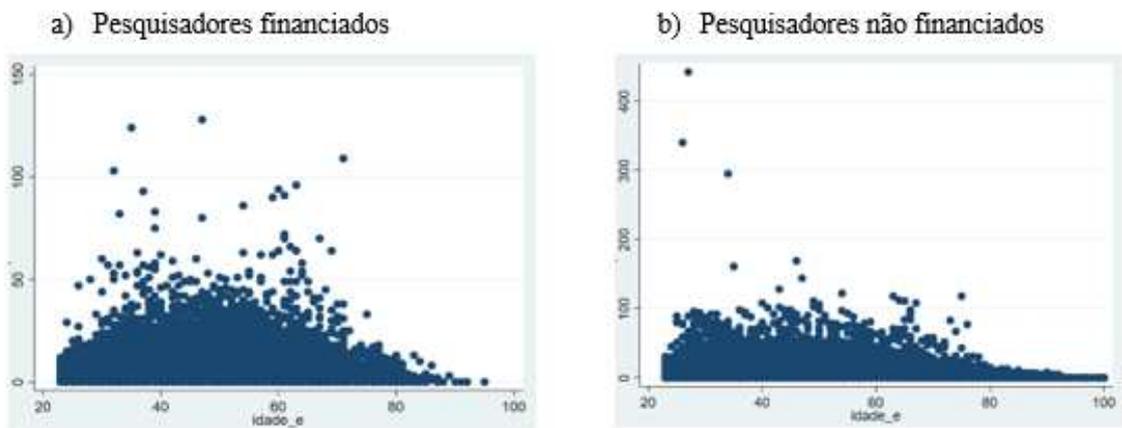
Fonte: Elaboração própria com bases nos dados do FNDCT e plataforma Lattes

O número de orientandos, é superior para os pesquisadores que foram financiados em detrimento dos não financiado. A idade mínima que os pesquisadores brasileiros começaram a publicar no período de 2001 a 2016 é de 23 anos,

independentemente de ter sido financiado ou não e encerram suas publicações de artigos científicos com 88 anos.

O ciclo de vida do pesquisador apresenta um formato linear quando o pesquisador nunca foi financiado. Em relação àqueles que foram financiados ao menos uma vez no período analisado, há relação em forma de U invertido (Figura 14). Há uma concordância com a literatura empírica, que diz que, quando o ciclo de vida do pesquisador apresenta o formato de U invertido, existe uma motivação financeira (LEVIN e STEPHAN, 1991; LEE e BOZEMAN, 2005; MULYANTO, 2014, ABRAMO, D'ANGELO e MURGIA, 2016). Porém, quando o pesquisador não recebe financiamento em nenhum período, portanto, não há relação entre sua produtividade científica e a motivação financeira, sendo linear a relação idade e produtividade científica.

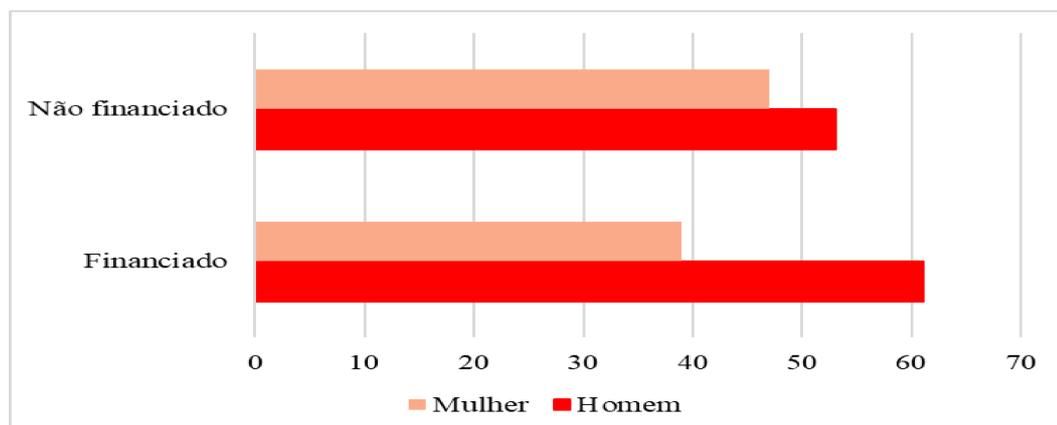
Figura 14 - Ciclo de vida dos pesquisadores brasileiros 2006-2016



Fonte: Elaboração própria.

Do total da produção de artigos científicos para o período de 2001 a 2016, 54% foram produzidas por pesquisadores do gênero masculino. Ao desagregar a análise entre a produção de artigos dos pesquisadores que foram e não foram financiados, por gênero, tem-se das publicações feitas por pesquisadores financiados com recursos do FNDCT 61% foram por homens e 39% por mulheres. Entretanto, não há desigualdade significativa quando a análise é conduzida para os pesquisadores que não foram financiados (Figura 15).

Figura 15 - Produção de artigos por pesquisador, segundo gênero (2006 a 2016)



Fonte: Elaboração própria com bases nos dados do FNDCT e plataforma Lattes

A desigualdade da produção de artigos entre gêneros apresentados na Figura 15 pode ser reflexo do que foi demonstrado por meio da Tabela 2. A Tabela 2 mostra que a média de coautores, usada na literatura como *proxy* de colaboração, apresentou relação positiva com a produção e com o financiamento. Como já apresentado por Lewis (1975) e Mathews e Anderson (2001), pode-se gerar um efeito indireto na produção de artigos da pesquisadora mulher, dado a dificuldade que essas pesquisadoras possuem de serem inseridas nas redes científicas e assim uma menor probabilidade de serem contempladas com financiamento.

Em resumo, essa seção mostra que embora o financiamento do FNDCT via CNPq para os pesquisadores tenha sido uma iniciativa importante, a queda constante no financiamento ao longo do período analisado (2001-2016) indica que as medidas para garantir estabilidade financeira foram insuficientes, prejudicando a capacidade dos pesquisadores de realizarem suas atividades e afetando negativamente o desenvolvimento de projetos inovadores. A Tabela 1 mostrou que a região Sudeste tem a média mais alta de financiamento para pesquisas científicas, enquanto a região Norte tem a segunda média mais alta, mas com a maior variação, o que significa mais incerteza em relação ao financiamento. A política de financiamento requer que no mínimo 30% dos recursos sejam destinados para regiões menos desenvolvidas, mas ainda há desproporção entre as regiões.

Diante desse cenário, a análise da subamostra das regiões torna-se importante para entender como o financiamento afeta a produtividade dos pesquisadores em cada região, ajudando a identificar desigualdades e a tomar medidas para corrigi-las. Embora exista uma quantidade significativa de dados faltantes para as regiões em

relação à totalidade das observações presentes no painel, a informação disponível (4 milhões de observações) é importante e será utilizada para estimar o impacto do financiamento na produtividade dos pesquisadores nas regiões menos desenvolvidas. Com a análise, será possível obter uma visão mais precisa do impacto do financiamento no desenvolvimento científico em cada região, e assim, auxiliar na tomada de decisões para equilibrar as desigualdades regionais.

Por fim, a inclusão das variáveis de controle na avaliação do impacto do financiamento na quantidade de artigos publicados dos pesquisadores permitirá identificar de forma mais precisa se o aumento ou queda na quantidade de artigos publicados é realmente resultado do financiamento, e não de outros fatores que possam afetar a produtividade dos pesquisadores. Além disso, a inclusão dessas variáveis de controle permitirá uma comparação mais justa entre os pesquisadores, garantindo que os resultados sejam representativos da realidade

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, detalharemos os resultados da avaliação do impacto do financiamento público via FNDCT na produtividade dos pesquisadores e as implicações dos modelos econométricos utilizados na nossa análise. Esses modelos incluem o Painel Poisson, que permite a análise de dados em painéis com contagens de eventos; o modelo *cross-section* Poisson com defasagem temporal, que ajuda a entender os efeitos do tempo nas variáveis de interesse; e a aplicação de variáveis instrumentais, para mitigar questões de endogeneidade que podem distorcer as estimativas dos modelos. Além disso, exploraremos os achados derivados do modelo de diferenças em diferenças, que é crucial para identificar os efeitos causais de intervenções ao longo do tempo. Cada uma dessas metodologias contribui de maneira única para a robustez e a validade dos resultados, permitindo uma análise mais precisa e confiável dos dados em estudo

5.1 RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

5.1.1 PAINÉIS DE POISSON E A ANÁLISE *CROSS-SECTION* COM DEFASAGEM TEMPORAL

Os resultados da avaliação usando dados em painéis foram obtidos pelas abordagens de efeitos aleatórios e efeitos fixos. Ambos os modelos demonstram uma associação positiva e estatisticamente significativa entre o financiamento e a quantidade de artigos produzidos por pesquisadores brasileiros. Para escolher a abordagem mais adequada, foi realizado o teste de *Hausman*, que compara as estimativas dos dois modelos e verifica se as diferenças nas estimativas são estatisticamente significativas. Se as diferenças não forem significativas, o modelo de efeitos aleatórios pode ser preferível, pois é mais eficiente e permite que os coeficientes estimados sejam generalizados para a população como um todo¹⁸. No entanto, se as diferenças forem significativas, o modelo de efeitos fixos é preferível, pois controla melhor os efeitos não observados, produzindo estimativas mais precisas.

Após a realização do teste de *Hausman*, constatou-se que há diferenças entre

¹⁸ Os resultados do modelo com efeitos aleatórios podem ser encontrados no Anexo B

os modelos de efeitos aleatórios e efeitos fixos. Diante disso, o modelo de efeitos fixos foi considerado mais adequado, sugerindo que as diferenças individuais não observadas estão correlacionadas com as variáveis independentes. Portanto, o modelo de efeitos fixos é melhor para controlar essas diferenças e produzir estimativas mais precisas. Este modelo controla as diferenças individuais inobserváveis entre os pesquisadores. Nele, a variabilidade na quantidade de artigos publicados é explicada pelas mudanças nas variáveis independentes ao longo do tempo, ou seja, as variáveis individuais persistentes que não variam ao longo do tempo, como habilidades inatas e motivação. Nesse contexto, o modelo de efeitos fixos é preferido, pois permite isolar o efeito específico do financiamento, considerando apenas as variações dentro dos indivíduos ao longo do tempo.

A Tabela 3 apresenta os resultados do modelo de Poisson com efeitos fixos e mostra que o financiamento está positivamente associado à quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores brasileiros, com um coeficiente de 0,0203 e significativo ao nível de 1%. Isso indica um impacto positivo na produção de artigos, mesmo após controlar as diferenças individuais inobserváveis. As variáveis orientandos, idade, idade² e região também estão positivamente associadas à quantidade de artigos publicados, indicando que o aumento do número de orientandos, o envelhecimento dos pesquisadores e a localização em determinadas regiões do país também contribuem para a produção de artigos.

Tabela 3 - Determinantes da produção de artigos dos pesquisadores brasileiros (1998 – 2016), (Modelo de Poisson com efeitos fixos).

Variáveis	Coefficiente	Erro Padrão
Financiamento	0,020***	0,003
Nº de orientandos	0,023***	0,000
Idade	0,660***	0,004
Idade ²	-0,128***	0,001
Norte	0,068***	0,019
Nordeste	0,049***	0,013
Sudeste	0,046***	0,01
Sul	0,073***	0,013
Observações	1,483,355	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: elaboração própria

Os resultados apresentado na Tabela 3 indicam um efeito positivo do

financiamento na quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores. No entanto, é importante ressaltar que as estimativas não consideram a possibilidade de haver uma causalidade reversa, ou ainda, simultaneidade entre o financiamento e a quantidade de artigos publicados. Para contornar esses problemas, foram utilizadas defasagem temporal e variáveis instrumentais.

A técnica de defasagem temporal foi utilizada para garantir que a relação entre a variável independente (financiamento) e a variável dependente (quantidade de artigos publicados) não seja simultânea, mas sim sequencial. A variável de financiamento (2006-2010) foi colocada em uma posição temporal anterior em relação à quantidade de artigos publicados (2011-2016). Isso ajuda a controlar o problema de causalidade reversa, sugerindo que o aumento na quantidade de publicações é uma consequência direta do financiamento recebido em períodos anteriores.

As variáveis instrumentais escolhidas foram “número de grupos de pesquisa no Instituto de Ensino Superior” (menos o grupo em que o pesquisador faz parte) e “quantidade de bolsistas por grupo na Instituição de Ensino Superior”. Essas variáveis são correlacionadas com a probabilidade de um pesquisador receber financiamento, mas não afetam diretamente a quantidade de artigos publicados, exceto através do financiamento. A utilização dessas variáveis instrumentais ajuda a controlar a endogeneidade, garantindo que o efeito observado do financiamento na produtividade científica seja robusto e confiável.

Os resultados (Tabela 4) confirmam que o financiamento via FNDCT entre 2006 e 2010 teve um impacto positivo e significativo na produção de artigos científicos pelos pesquisadores brasileiros no período de 2011 a 2016, em concordância com alguns estudos da literatura empírica internacional (BEAUDRY e ALLAOUI, 2012; MULYANTO, 2014; BRYNJOLFSSON, 2021). Além disso, a utilização da técnica de defasagem temporal e de variáveis instrumentais ajudou a controlar possíveis problemas de endogeneidade, garantindo que o efeito observado do financiamento na produtividade científica seja robusto e confiável. Outras variáveis, como sexo, número de orientandos, idade, área de conhecimento e localização geográfica, também desempenham papéis importantes na determinação da produtividade acadêmica. A validade dos instrumentos utilizados é confirmada pelo teste de Hansen, assegurando a confiabilidade das estimativas e a ausência de endogeneidade significativa.

Tabela 4 - Determinantes da produção de artigos dos pesquisadores brasileiros
(*cross-section* defasada com variáveis instrumentais, 2006-2016).

Variáveis	Coefficiente	Erro Padrão
Financiamento	1,507***	0,039
Homem	0,151***	0,011
Nº de orientandos	0,103***	0,004
Idade	0,475***	0,046
Idade ²	0,533***	0,041
Ciências da Saúde	0,227***	0,016
Ciências Biológicas	0,727***	0,017
Humanidades	-0,098***	0,016
Norte	-0,224***	0,03
Nordeste	-0,094***	0,022
Sudeste	0,098***	0,019
Sul	0,166***	0,02
Constante	1,487***	0,03
Observações		71,022
Hansen's J		0,4273

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: elaboração própria

O teste de *Hansen* (*Hansen's J*) tem um valor de 0,4273, indicando que a hipótese nula de que não há endogeneidade não pode ser rejeitada. Isso sugere que a aplicação da técnica de variáveis instrumentais foi adequada para controlar a possível endogeneidade do financiamento na quantidade de artigos publicados.

5.2.1 AVALIANDO A ROBUSTEZ DAS ESTIMATIVAS

Para testar se as estimativas encontradas nos resultados eram válidas foram feitas diversas regressões variando o conjunto de instrumentos utilizados (Tabela 5). Todas essas regressões foram testadas pelo teste de Hansen's. O teste de Hansen's é um teste de sobre-identificação que verifica se os instrumentos utilizados na regressão são válidos para o modelo em questão. Se o valor-p do teste for menor que um nível de significância pré-determinado (geralmente 0,05), rejeitamos a hipótese nula de que os instrumentos não são válidos, o que sugere que os instrumentos podem estar correlacionados com o erro do modelo.

Tabela 5 – Resultados da estimativa para diversos instrumentos

Variáveis	Número de grupos de pesquisa por IES / Total de publicações da grande área menos a área predominante do grupo do pesquisador	Número de grupos de pesquisa por IES/ Total de publicações da área predominante	Número de grupos de pesquisa por IES/ Membros do Grupo	Bolsistas de produtividade do Grupo/ Total de publicações do IES menos a grande área do grupo do pesquisador
Financiamento	2,6369*** (0,2159)	2,8715*** (0,3064)	2,7714*** (0,2558)	2,1737*** (0,0539)
Constant	1,0172*** (0,1664)	0,8316*** (0,2481)	0,9119*** (0,2031)	1,3534*** (0,0366)
Observations	109,661	109,661	109,661	109,661
Hansen's J (valor-p)	0,5675	0,3039	0,6468	0,1826

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: elaboração própria

Na Tabela 5, podemos ver que o valor-p do teste de Hansen's é maior que 0,05 para todas as regressões, o que indica que não podemos rejeitar a hipótese nula de que os instrumentos são válidos. Isso significa que as estimativas encontradas nos resultados são robustas em relação à escolha dos instrumentos utilizados na regressão. Os resultados apresentados na Tabela 5 são consistentes com todas as estimativas feitas neste estudo para avaliar o efeito do financiamento sobre os determinantes da quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores brasileiros. Todos os coeficientes variaram entre 1,5372 e 2,8967 e indicaram uma relação positiva entre financiamento e quantidade de artigos publicados.

Ao concluir a análise das abordagens de Painéis de Poisson e a análise *cross-section* com defasagem temporal, evidencia-se a robustez dos métodos estatísticos empregados para avaliar o impacto do financiamento na produção acadêmica. Os modelos de efeitos aleatórios e efeitos fixos ofereceram perspectivas importantes sobre as dinâmicas de produção científica, com o modelo de efeitos fixos demonstrando ser o mais adequado, conforme confirmado pelo teste de *Hausman*. Este teste enfatizou a necessidade de controlar por diferenças inobserváveis entre os pesquisadores, ressaltando a capacidade deste modelo de produzir estimativas mais precisas e confiáveis.

Esta análise confirma a relação positiva entre financiamento e quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores. Ao incorporar a técnica de variáveis

instrumentais, procura-se abordar e minimizar possíveis vieses de endogeneidade, garantindo que os resultados sejam representativos dos verdadeiros efeitos resultantes. A introdução da abordagem de diferenças em diferenças na próxima seção, permitirá explorar as variações temporais e a eficácia das políticas de forma mais detalhada. Assim, esse estudo não só contribui para um entendimento mais aprofundado dos determinantes da produção científica no Brasil, mas também lança luz sobre como intervenções específicas podem ser otimizadas para potencializar a pesquisa acadêmica.

5.2 MODELO DE DIFERENÇAS EM DIFERENÇAS

A análise da distribuição dos pesquisadores financiados pelo FNDCT ao longo do tempo, conforme exibida na Tabela 6, confirma a clara distinção entre os períodos pré e pós-intervenção, o que é crucial para a aplicação robusta do método de diferenças em diferenças (DD) e atende à pressuposto 1 do modelo, apresentada na seção 2.1.5. 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 6 – 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 6 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 compoariam o grupo de controle, foi estimado um modelo logit com efeitos fixos (Tabela 7), considerando as variáveis selecionadas. A escolha das variáveis para identificar similaridades foi fundamentada em critérios curriculares, o que torna o modelo específico e relevante para o contexto da pesquisa, ajustando-se aos principais determinantes da produtividade dos pesquisadores. Isso

reforça a validade das estimativas do modelo.

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

Variável	Coeficiente	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 7) 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. Esses resultados destacam critérios específicos considerados na seleção de pesquisadores para financiamento, fornecendo percepções interessantes para políticas de incentivo à pesquisa científica e tecnológica. 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. Isso assegura uma comparação justa e robusta entre os grupos, minimizando vieses e reforçando a validade dos resultados obtidos.

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”, ao conjunto de dados. Esta variável serve como uma

medida da probabilidade predita de cada pesquisador receber financiamento, baseada nas características especificadas no modelo logit. Pesquisadores com valores mais altos em controle de pares apresentam características semelhantes aos daqueles que foram efetivamente financiados, mesmo que não tenham recebido o financiamento. Ao estabelecer um limite para controle de pares¹⁹, pesquisadores com alta probabilidade predita de financiamento, mas que não foram financiados, foram selecionados como membros do grupo de controle. Assim, a variável controle de pares atua de modo a garantir a comparabilidade entre os grupos de tratamento e controle. Este procedimento assegura que as diferenças observadas nos resultados possam ser atribuídas ao impacto do financiamento, e não a diferenças preexistentes entre os grupos. Portanto, a utilização da variável controle de pares é necessária para a robustez e validade do modelo de diferenças em diferenças aplicado neste estudo.

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 8.

Tabela 8 - Distribuição dos Grupos de Controle e Tratamento Antes e Depois de 2001

Período	1995-2000	2001-2016
Não recebeu	182.005	405.556
Recebeu	151.962	563.364

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 8, 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

¹⁹ 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 suficientemente grande e seletiva. Além disso, somente pesquisadores que não receberam financiamento foram considerados para o grupo de controle. Este passo é crucial para assegurar a integridade e validade da comparação entre os grupos de tratamento e controle. Apesar de a seleção inicial ter utilizado um critério de 30%, ao aumentar o limite para 70%, houve uma redução significativa no número de observações, mas os resultados permaneceram consistentes.

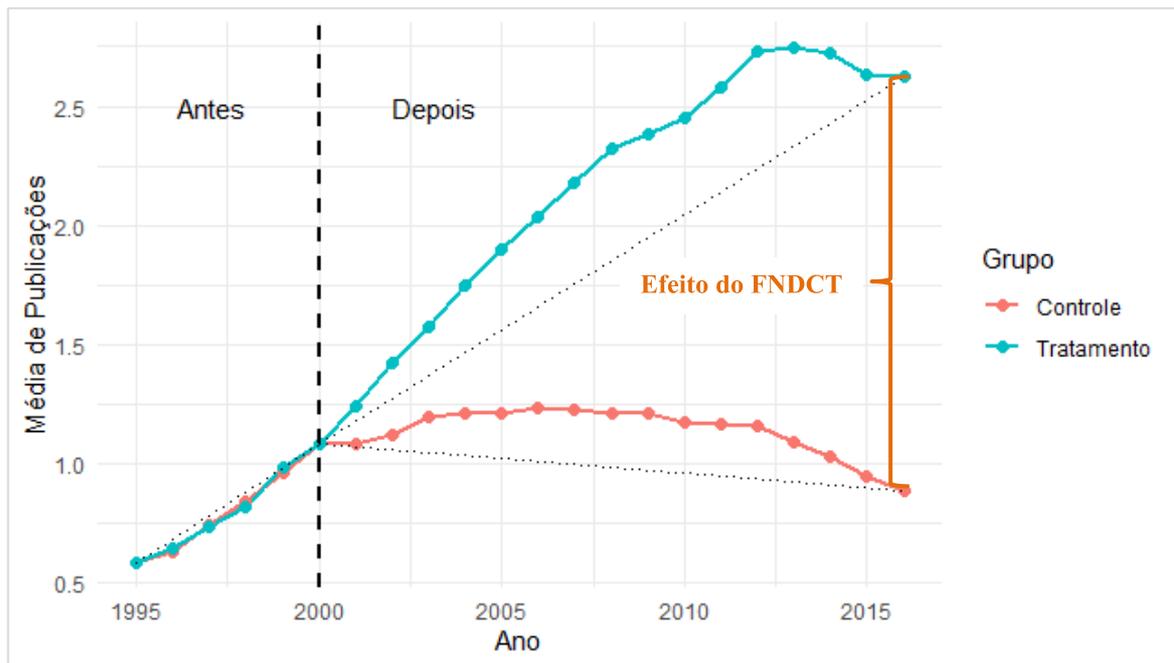
grupo de tratamento. Este balanceamento é importante para a validade do método de DD, pois garante que os grupos de controle e tratamento sejam comparáveis ao longo do tempo.

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 16, 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 16 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 diferenças em diferenças, aplicado neste estudo, isola o efeito do financiamento ao controlar para tendências temporais que afetariam ambos os grupos de forma semelhante, reforçando a robustez e validade do modelo. 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.

Figura 16 - Média de artigos publicados pelos pesquisadores financiados e não financiados (1995 - 2016)



Fonte: Elaboração própria.

Nesse contexto, por meio dos resultados apresentados na Tabela 9, 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 (CHUDNOVSKY et. Al, 2008; JACOB e LEFGREN 2011; HU, 2020; BEAUDRY e ALLAQUI, 2012; MULYANTO, 2014; BRYNJOLFSSON, 2021).

Ao examinar o efeito temporal (variável 2001-2016) do financiamento público, observamos um coeficiente negativo e significativo (Tabela 9), 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, i.e., 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.

Tabela 9 - 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 ²	-0,036***	0,001
Tratamento	0,145***	0,008
Constante	-0,900***	0,01
Observações	1,302,642	
R ²	0,51	
R ² 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.

A análise do segundo modelo (Tabela 10) revela um panorama interessante sobre o impacto do financiamento público na produção acadêmica dos pesquisadores. Da mesma forma que observado na Tabela 9, 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.

Observa-se que o coeficiente associado ao período de 2001-2004 interagido com financiamento é positivo e estatisticamente significativo (Tabela 10). 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.

Tabela 10 – 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 ²	-0,036***	0,001
Constante	-0,933***	0,01
Observações	1,302,642	
R ²	0,512	
R ² 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.

Esta diminuição na influência do financiamento pode estar relacionada à redução dos recursos financeiros do FNDCT, destacada nas seções 2.4.4 e 4.1 deste trabalho. A Tabela 10 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.

Ao revisitar os dados exploratórios da seção 4.1 e os relatórios de gestão da

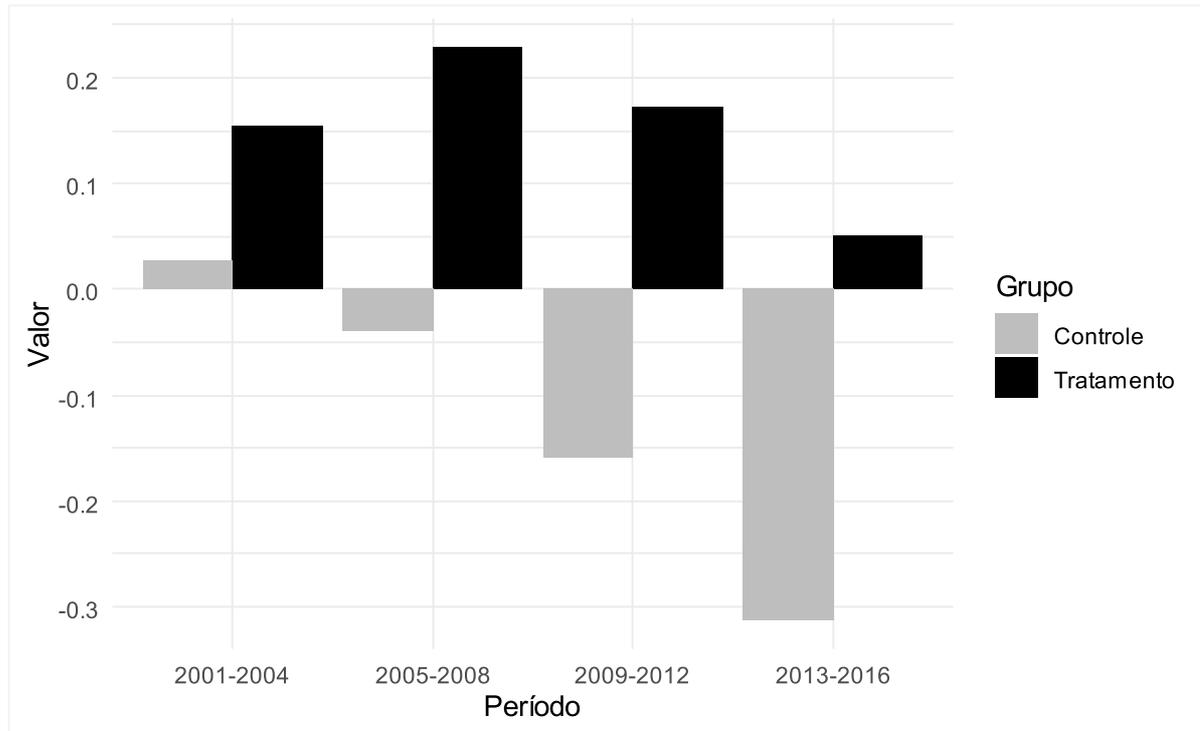
FINEP da seção 2.4.4, nota-se que, embora o financiamento público tenha aumentado gradualmente de 2001 até atingir um pico em 2008, houve uma tendência de queda nos anos seguintes. De maneira mais específica, em 2016, o financiamento público era significativamente menor do que o patamar alcançado em 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 10.

Comparando os resultados das tabelas 9 e 10 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 17 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 10. 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 17 ilustra claramente a diferença nas trajetórias de produtividade entre os dois grupos, destacando o impacto positivo do financiamento na produção científica.

Figura 17- 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

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 16 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 10 e Figura 17, 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.

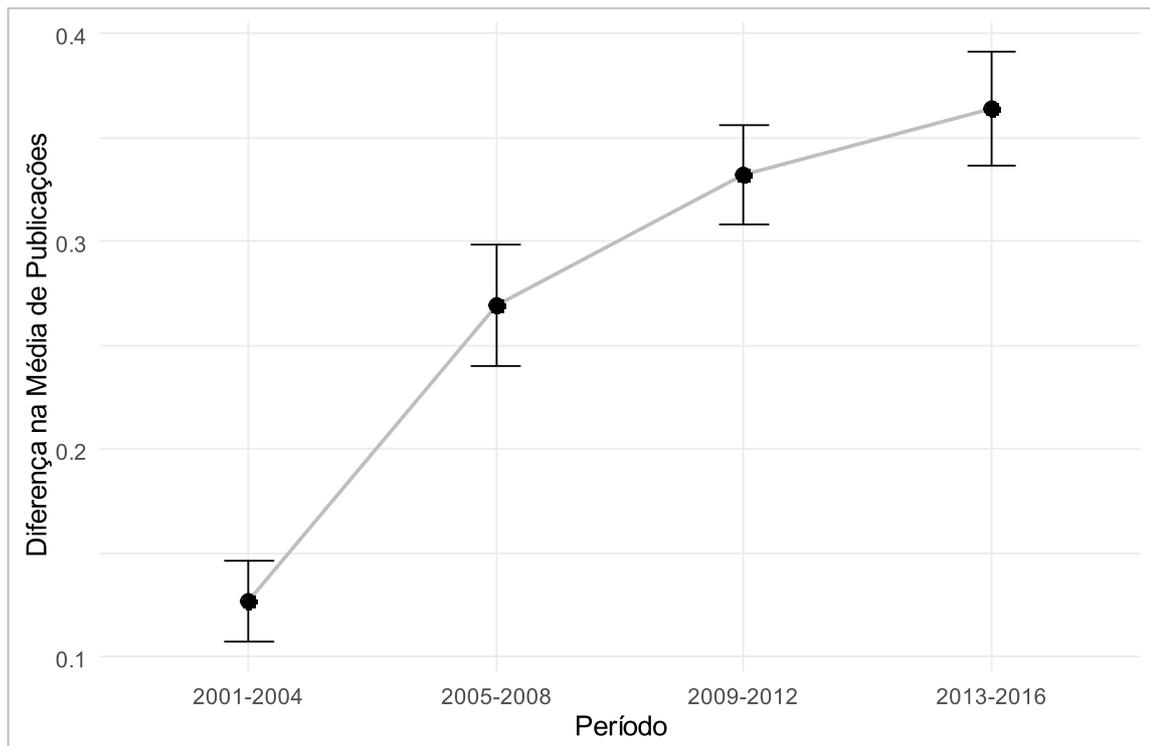
Uma outra forma de analisar é olhando o impacto diferencial entre os

financiados e não financiados ao longo dos diferentes períodos apresentados na Tabela 10, 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 18 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.

Além disso, a Figura 18 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 18 complementa a Figura 17 ao fornecer uma análise detalhada das diferenças nas médias de publicações, destacando o impacto direto e positivo do financiamento do FNDCT. Juntas, as Figuras 17 e 18 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.

Figura 18 - Diferença na média de publicação entre tratamento e controle por período



Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 10 apresentou que o efeito da dedicação exclusiva sobre a produtividade científica dos pesquisadores foi a única variável que não se mostrou significativa estatisticamente com a quantidade de artigos publicados²⁰, diferentemente da relação com financiamento apresentado na Tabela 7. O resultado está em linha com alguns estudos na literatura que sugerem que a relação entre tempo

²⁰ No entanto, ao fazer um recorte na base de dados e aplicar o modelo apenas para as mulheres (ANEXO C), a dedicação exclusiva demonstrou um impacto positivo significativo na produtividade das pesquisadoras financiadas. Isso sugere que o regime de dedicação exclusiva pode ajudar a melhorar a produtividade das mulheres ao contribuir para um melhor equilíbrio entre a vida profissional e pessoal, considerando que diversos estudos já evidenciaram que as tarefas domésticas são majoritariamente atribuídas às mulheres. Santiago *et al.* (2020) observaram que uma alta porcentagem dos professores-pesquisadores com dedicação exclusiva não enfrentou problemas familiares devido ao trabalho, e muitos relataram que suas famílias compreendem as demandas de suas atividades acadêmicas. Este suporte familiar pode indicar um ambiente mais focado e produtivo para as mulheres. Nesse contexto, Bailyn (2006) discute como as dinâmicas de gênero e as expectativas institucionais frequentemente desfavoráveis às mulheres podem ser mitigadas com a criação de um ambiente de trabalho mais favorável e de suporte. Embora Bailyn não mencione explicitamente a "dedicação exclusiva", ela destaca a importância de ambientes que oferecem estabilidade e suporte adequado, permitindo às mulheres equilibrar trabalho e vida familiar de maneira mais eficaz. Isso enfatiza a relevância de políticas e práticas que promovam um ambiente de trabalho mais equitativo, o que pode explicar por que a dedicação exclusiva se configura como uma estratégia eficaz para aumentar a produtividade científica feminina, contrastando com a falta de significância estatística quando a análise engloba toda a amostra (SANTIAGO *et al.*, 2020; BAILYN, 2006).

dedicado à pesquisa e produtividade nem sempre é direta. Nesse sentido, Fox (1992) argumenta que fatores como eficiência na gestão do tempo, qualidade das redes de colaboração e recursos disponíveis podem ser mais determinantes para a produtividade do que a simples quantidade de tempo dedicado. Kyvik (2013) também destaca que outros elementos, como a motivação intrínseca, o ambiente de trabalho e o apoio institucional, desempenham papéis cruciais na produtividade dos pesquisadores. No entanto, outros estudos, como os de Creswell (1985) e Teodorescu (2000), encontraram correlações positivas entre a dedicação exclusiva e a produtividade, sugerindo que o tempo adicional pode permitir maior foco e continuidade nas atividades de pesquisa. Esses resultados mistos indicam que a eficácia da dedicação exclusiva pode depender de uma variedade de fatores contextuais e institucionais.

Analisando as variáveis de controle do modelo, a idade e idade² do pesquisador corrobora que o ciclo de vida dos pesquisadores apresenta formato de U invertido (Tabela 10), como sugerido por meio da Figura 14, sendo estatisticamente significativa a 1%. Conforme apresenta as Tabelas 9 e 10, num primeiro momento, essa relação é positiva, entretanto, quando a variável idade é elevada ao quadrado, seu desempenho aparece como negativo (LEVIN e STEPHAN, 1991; LEE e BOZEMAN, 2005; MULYANTO, 2014, ABRAMO, D'ANGELO e MURGIA, 2016). 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 (LEVIN e STEPHAN, 1991; HU, 2020).

A variável número de coautores apresentou um coeficiente positivo e significativo (Tabela 10), 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, proporcionando maior diversidade de ideias e compartilhamento de recursos (LEE e BOZEMAN, 2005; ABRAMO *et al.*, 2017). Além disso, a variável sexo masculino também mostrou um coeficiente positivo e significativo, sugerindo que pesquisadores do sexo masculino tendem a publicar mais artigos. Este resultado é consistente com estudos que apontam disparidades de gênero na produtividade científica, possivelmente devido a diferenças no acesso a

redes de colaboração, recursos e responsabilidades familiares (SHAUMAN, 2003; ABRAMO et al., 2009).

O número de orientandos também se mostrou positivo e significativo, indicando que pesquisadores com mais orientandos tendem a ser mais produtivos (Tabela 10). Este efeito pode ser explicado pela capacidade dos orientadores de delegar tarefas de pesquisa e de ampliar suas redes acadêmicas através de seus orientandos, aumentando assim a produção de artigos (KYVIK e AKSNES, 2015). Embora alguns estudos concordem que o número de orientandos pode aumentar a produtividade, outros estudos sugerem que a supervisão de muitos alunos pode, em alguns casos, sobrecarregar o pesquisador e reduzir seu tempo disponível para pesquisa própria (FOX, 1992). Este trabalho se alinha com o de Kyvik e Aksnes (2015), que destacam a importância do número de orientandos na produtividade dos pesquisadores. Os resultados sugerem que políticas de incentivo à colaboração e ao apoio a pesquisadores em início de carreira, bem como a equidade de gênero, são importantes para maximizar a produtividade científica. As variáveis de controle analisadas corroboram a literatura empírica, reforçando a validade do modelo e a importância de considerá-las ao avaliar o impacto do financiamento na produtividade dos pesquisadores.

Para complementar os resultados das Tabelas 9 e 10, 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 19²¹ permite capturar os efeitos da política ao longo de múltiplos períodos de tempo, com controles adicionais por efeitos fixos de pesquisador e ano²², e erros padrão clusterizados.

Nesse sentido, a Figura 19 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

²¹ Os resultados da estimação estão no anexo C.

²² Esta abordagem não apenas melhora a precisão das estimativas, mas também proporciona uma visão detalhada dos impactos da política, destacando como os efeitos variam ao longo do tempo. Assim, a combinação das duas análises permite uma compreensão mais completa e confiável do impacto da política de financiamento sobre a produtividade científica.

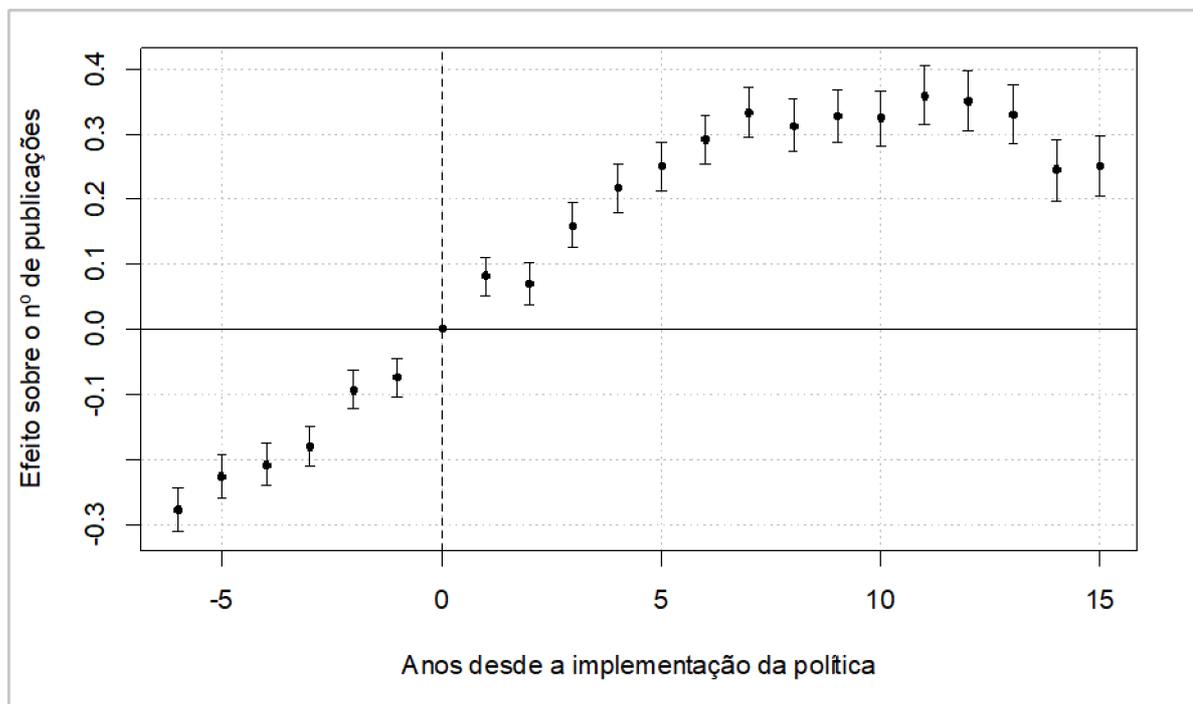
política, os coeficientes são negativos e estatisticamente significativos, indicando uma diminuição no número de publicações. No entanto, já no primeiro ano após a implementação da política, os efeitos se tornam positivos e significativos. Esse efeito positivo continua a crescer e se mantém significativo 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 a considerar é que entre os autores que encontram uma relação positiva entre o financiamento público e a quantidade de artigos produzidos, alguns apresentam um efeito que se assemelha a letra J. Neste contexto, por meio do modelo de diferenças em diferenças estendido para os pesquisadores financiados, a Figura 19 ilustra uma tendência interessante em relação ao impacto de políticas de financiamento na produtividade científica brasileira, corroborando com um suporte visual para o "efeito J" discutido na literatura. Este fenômeno é detalhado por Beaudry e Alloui (2012) e Mulyanto (2014), onde inicialmente os efeitos do financiamento em termos de produção científica podem parecer modestos ou até negativos. Isso ocorre porque os primeiros anos de financiamento geralmente envolvem o acúmulo de conhecimentos e habilidades, a adaptação a novas tecnologias e métodos, e o desenvolvimento de projetos que ainda não renderam publicações ou descobertas mensuráveis. No Figura 19, essa fase é representada pelos anos antecedentes e imediatamente subsequentes à implementação da política, onde o impacto estimado é próximo de zero ou ligeiramente negativo.

À medida que o tempo avança, os investimentos em pesquisa começam a gerar resultados tangíveis e substanciais, como sugerido por Brynjolfsson (2021), que discute como os investimentos em capital intangível, como pesquisa e desenvolvimento, podem inicialmente subestimar o retorno econômico devido à natureza desses investimentos. A partir do ano 0 no gráfico, observa-se um aumento significativo e consistente no impacto, que continua a crescer e se estabiliza em um patamar positivo. Este padrão indica que, uma vez que os estoques de conhecimento acumulados se tornam produtivos, eles não apenas compensam o investimento inicial, mas continuam a produzir resultados crescentes, evidenciando o retorno sobre o investimento inicial em ciência e tecnologia. Assim, a Figura 19 não apenas corrobora a existência do efeito J no contexto de políticas de financiamento científico, mas também destaca a importância de considerar horizontes temporais mais longos ao

avaliar o impacto de tais políticas sobre a produtividade científica e inovação (CRESPI e GEUNA, 2008).

Figura 19 - Efeito temporal sobre o número de publicações dos pesquisadores financiados



Fonte: Elaboração própria

É importante notar que, devido às reduções no financiamento ao longo do tempo, o efeito real do financiamento público pode estar subestimado na Figura 18. 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. A história americana pós-Segunda Guerra Mundial, analisada por Nelson (2004), mostra que apenas reconhecer a importância da pesquisa básica não é suficiente para manter um financiamento governamental em níveis ideais. Nos EUA, o investimento inicial robusto em ciência deslocou-se gradualmente das necessidades civis para áreas focadas em saúde e defesa, refletindo a insuficiência do modelo linear de inovação para sustentar apoio consistente alinhado às demandas sociais e econômicas mais amplas.

Nesse contexto, a visão de Stokes (2005) oferece uma diretriz relevante que pode ser adaptada ao cenário brasileiro em períodos de crises, onde o financiamento em ciência, tecnologia e inovação tem enfrentado instabilidades históricas. Stokes (2005) propõe que o financiamento estatal seja especialmente direcionado para pesquisas que se alinhem ao quadrante de Pasteur, onde o avanço do conhecimento fundamental está diretamente ligado a aplicações práticas evidentes. Ele identifica três razões principais para esse foco:

1. Inspirar a Pesquisa Básica com Necessidades Sociais: Eleva o apelo público e político pelo apoio à ciência, fortalecendo a posição do governo na defesa dos investimentos em ciência e tecnologia.
2. Valor Social da Pesquisa Básica Aplicada: Reforça o argumento a favor do apoio contínuo à pesquisa pura, que é essencial para o desenvolvimento de campos científicos e traz benefícios econômicos e sociais significativos.
3. Redução da Incerteza sobre os Benefícios Tecnológicos: Orientar a pesquisa básica de acordo com suas aplicações potenciais permite que o governo alinhe investimentos com prioridades nacionais, reduzindo a incerteza sobre quem capturará os benefícios tecnológicos.

Importante destacar, entretanto, que a estratégia de investimento não deve implicar em redução de financiamento para áreas de pesquisa menos aplicadas, mas sim em criar estratégias que priorizem investimentos direcionados às necessidades específicas do país. Esta abordagem equilibrada ajudaria a garantir que o suporte à pesquisa abranja tanto o desenvolvimento de conhecimento fundamental quanto aplicações práticas que respondam diretamente aos desafios nacionais.

Portanto, o desafio e a oportunidade para os formuladores de políticas consistem em desenvolver e implementar estratégias de financiamento que reconheçam e explorem a sinergia entre pesquisa básica e aplicações práticas,

assegurando que o financiamento da ciência seja tanto uma prioridade estratégica quanto uma resposta pragmática às necessidades sociais emergentes.

Para concluir esta seção de resultados e discussões, destacamos a eficácia dos diversos modelos econométricos utilizados, especialmente o modelo de diferenças em diferenças. Este modelo foi crucial para isolar e confirmar o impacto positivo do financiamento na produtividade científica, permitindo atribuir as variações observadas diretamente ao efeito do financiamento de forma confiável. Os resultados revelam um aumento significativo na quantidade de artigos publicados como consequência do financiamento, reforçando a necessidade de políticas consistentes de apoio à pesquisa. Esses resultados são importantes para orientar futuras decisões políticas e reforçar o compromisso com o financiamento científico, assegurando a continuidade e a expansão da atividade científica no Brasil mesmo diante de desafios econômicos.

6. CONCLUSÕES

A pesquisa científica tem o potencial de gerar progresso tecnológico e crescimento econômico inclusivo, mas o financiamento adequado é fundamental para o seu desenvolvimento e avanço. Os problemas econômicos atuais têm exacerbado a redução dos recursos destinados à ciência e tecnologia, impactando negativamente a pesquisa científica e o avanço tecnológico. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do financiamento público via FNDCT na quantidade de artigos publicados pelos pesquisadores no período de 1998 a 2016. Como hipótese central deste trabalho, propôs-se que o FNDCT tem sido uma política pública efetiva para aumentar a produtividade científica dos pesquisadores brasileiros, contribuindo para o cumprimento dos objetivos nacionais de desenvolvimento científico. 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.

Com base na seção 2.2, demonstrou-se que há relação entre o financiamento, a ciência. O investimento em ciência e tecnologia é fundamental para impulsionar o crescimento econômico, já que muitas inovações surgem a partir de pesquisas científicas. Para isso, é necessário o financiamento. Além disso, a ciência e tecnologia também podem ajudar a resolver muitos dos desafios sociais. Portanto, é necessário que os governos, empresas e a sociedade em geral reconheçam a importância da ciência e tecnologia como motores para o desenvolvimento econômico e invistam nesse setor de maneira estratégica.

A seção 2.3 apresentou a evolução das políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação no Brasil que refletiu o avanço no compromisso científico e tecnológico o que é crucial para o desenvolvimento nacional. Desde a promulgação da Constituição Federal de 1988, que estabeleceu as bases legais para o apoio estatal à CT&I, até as reformas mais recentes que visam alinhar ainda mais os esforços de pesquisa e desenvolvimento com as necessidades socioeconômicas do país, o Brasil tem mostrado uma intenção de fortalecimento de sua infraestrutura científica e tecnológica. As políticas implementadas ao longo dos anos demonstram que há uma compreensão clara de que a ciência, tecnologia e inovação são importantes para o crescimento econômico e a competitividade global.

A importância do FNDCT como principal mecanismo de financiamento público

para a pesquisa e inovação tecnológica no Brasil foi o foco da seção 2.4. O FNDCT tem sido fundamental na promoção da pesquisa e inovação no Brasil desde sua implementação. Apesar dos desafios de financiamento e contingenciamento de recursos, o fundo tem sustentado investimentos críticos em infraestrutura científica e tecnológica, fomentando colaborações estratégicas entre universidades, institutos de pesquisa e o setor privado.

A seção 2.4 abordou a estrutura do sistema orçamentário brasileiro, demonstrando como o PPA, a LDO e a LOA moldam o financiamento de entidades como o FNDCT. Este sistema enfrenta desafios significativos devido às flutuações econômicas que impactam diretamente o financiamento da ciência e tecnologia no país. A instabilidade financeira, evidenciada por revisões orçamentárias frequentes e contingenciamentos, revela uma lacuna entre a formulação de políticas e sua execução prática, prejudicando instituições fundamentais como o FNDCT. Essa análise sublinha a necessidade de manter alinhado as políticas de desenvolvimento científico com as práticas orçamentárias para garantir a eficiência e continuidade dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

O Capítulo 4 revela, com base em dados concretos, 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. Apesar da intenção de distribuir os recursos equitativamente, a região Sudeste continua a receber o maior volume de financiamento, seguida pela região Norte, que, embora tenha a segunda maior média de financiamento, ainda permanece abaixo da média nacional. A política que determina a destinação de pelo menos 30% dos recursos para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, visando minimizar as disparidades regionais em ciência e tecnologia, não atingiu sua meta em nenhum momento do período estudado, com apenas 17,1% dos fundos sendo alocados a estas áreas. Adicionalmente, o capítulo 2 documentou um crescimento substancial de 177% no número de pesquisadores e um aumento de 265% na quantidade de artigos publicados entre 1998 e 2016, demonstrando um avanço significativo na produção científica do país. No entanto, a tendência de declínio na produção de artigos a partir de 2012 suscita preocupações, sugerindo potenciais cortes no financiamento ou uma redução na eficácia dos pesquisadores em gerar novos conhecimentos.

Os modelos utilizados no capítulo 5, desde painéis de Poisson a abordagens

de diferenças em diferenças, foram fundamentais para abordar questões de endogeneidade e verificar a robustez dos efeitos do financiamento. 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.

Contudo, este estudo também identificou a volatilidade e insuficiência dos recursos financeiros disponíveis para o FNDCT como um desafio constante para a continuidade da pesquisa científica no Brasil. A redução drástica no orçamento, observada após 2011, representa um risco significativo à competitividade científica e tecnológica do país. Essa incerteza financeira não apenas compromete a capacidade dos pesquisadores de dar continuidade aos seus projetos, mas também desincentiva futuras gerações de cientistas. A crise orçamentária limita a capacidade de as universidades e instituições de pesquisa contribuírem para o progresso científico de forma sustentável.

Nesse contexto, a conclusão deste trabalho reforça a importância de políticas públicas mais consistentes e previsíveis para garantir a eficácia dos investimentos em ciência e tecnologia no Brasil. A constatação de que o FNDCT tem um impacto positivo significativo na produção científica é um forte argumento para a continuidade e expansão dos programas de financiamento público. No entanto, isso só será plenamente eficaz se a questão da volatilidade do orçamento for sanada. A continuidade do financiamento público não apenas sustenta a ciência nacional em tempos de crise, mas também permite que o país permaneça competitivo no cenário internacional, promovendo avanços tecnológicos e crescimento econômico.

Diante desses achados, algumas sugestões de políticas públicas emergem como necessárias para melhorar a eficiência e a eficácia do financiamento público à ciência e tecnologia:

1. Estabilidade Orçamentária e Proteção contra Contingenciamentos

É essencial que o governo adote medidas que garantam a estabilidade orçamentária para o FNDCT, mesmo em tempos de crise econômica. Isso pode ser alcançado por meio da criação de mecanismos legais que protejam os fundos destinados à ciência e tecnologia contra contingenciamentos. A Lei Complementar nº 177 de 2021, que proíbe o contingenciamento do FNDCT, é um passo na direção certa, mas sua implementação deve ser rigorosamente monitorada. Além disso, a legislação poderia ser aprimorada para incluir fundos de reserva específicos que

garantam a continuidade de projetos de longo prazo, assegurando que os cortes orçamentários não interrompam o desenvolvimento de pesquisas estratégicas.

2. Alinhamento entre Financiamento e Objetivos Estratégicos Nacionais

O financiamento público deve ser mais alinhado com os objetivos estratégicos de desenvolvimento social e econômico do país. Este estudo reforça a relevância da teoria de Stokes (2005), que sugere uma abordagem orientada para o financiamento da pesquisa básica com potencial de aplicação prática. Nesse sentido, é possível propor políticas públicas que inspirem a pesquisa básica com necessidades sociais. Isso aumentaria o apelo público e político para o financiamento contínuo, reforçando o papel da ciência e da tecnologia como motores de desenvolvimento social e econômico.

A pesquisa básica aplicada é um campo estratégico, pois oferece benefícios diretos à sociedade ao mesmo tempo em que promove o avanço do conhecimento fundamental. Nesse sentido, políticas públicas que promovam parcerias entre universidades, institutos de pesquisa e o setor privado seriam benéficas. Além disso, o governo poderia criar incentivos para que essas instituições direcionem seus esforços de pesquisa para áreas que atendam às demandas sociais emergentes, como saúde pública, energia limpa e sustentabilidade.

3. Redução da Incerteza sobre Benefícios Tecnológicos

Outra recomendação importante é que o governo oriente o financiamento da pesquisa básica de acordo com suas aplicações potenciais, reduzindo a incerteza sobre os benefícios tecnológicos. Para isso, políticas de incentivo à inovação aberta e à colaboração entre o setor acadêmico e o setor produtivo são essenciais. Por exemplo, plataformas de colaboração entre universidades e empresas poderia estimular a aplicação prática de descobertas científicas, tornando mais clara a conexão entre pesquisa acadêmica e inovação tecnológica.

Além disso, o governo pode melhorar a governança do FNDCT, assegurando que os recursos sejam alocados de forma eficiente e transparente. A adoção de métricas de desempenho, como o impacto social e econômico das pesquisas financiadas, ajudaria a garantir que os recursos sejam direcionados para áreas de maior potencial de retorno para a sociedade. Um processo de revisão contínua das políticas de financiamento, baseado em avaliações de impacto, também seria uma ferramenta valiosa para ajustar as prioridades de investimento e maximizar os resultados.

4. Desenvolvimento Regional Equitativo

O estudo também sugere a necessidade de políticas públicas que promovam um desenvolvimento científico mais equitativo em termos regionais. Atualmente, a maior parte do financiamento se concentra nas regiões mais desenvolvidas do país, o que contribui para o aumento das disparidades regionais. Políticas que assegurem uma distribuição mais justa dos recursos, com incentivos específicos para projetos de pesquisa em regiões menos desenvolvidas, podem contribuir para o desenvolvimento de um ecossistema científico mais equilibrado e inclusivo.

Iniciativas de financiamento voltadas para o fortalecimento de universidades e centros de pesquisa em regiões como o Norte e o Nordeste do Brasil são cruciais para fomentar o crescimento de uma comunidade científica robusta em todo o país. Isso incluiria tanto o financiamento direto para infraestrutura e capacitação quanto programas que incentivem a colaboração entre instituições de diferentes regiões, promovendo o intercâmbio de conhecimento e o desenvolvimento de redes de pesquisa nacionais.

5. Fortalecimento da Avaliação de Impacto

Por fim, a continuidade das avaliações de impacto do financiamento público sobre a produtividade científica é fundamental. Este estudo, ao utilizar métodos econométricos robustos, demonstrou a importância do financiamento público para o aumento da produção científica. Políticas públicas devem, portanto, garantir que esses modelos de avaliação sejam constantemente aprimorados e utilizados para informar a tomada de decisão. Uma governança mais sólida, baseada em dados e evidências, ajudará a maximizar o impacto dos investimentos públicos em ciência e tecnologia.

Por fim, este estudo demonstrou que o financiamento público, via FNDCT, tem um impacto significativo na produção científica no Brasil, e sua continuidade é crucial para o desenvolvimento científico e econômico do país. Contudo, a volatilidade dos recursos financeiros impede que o FNDCT atinja todo o seu potencial. As recomendações de políticas públicas propostas visam enfrentar esse desafio, garantindo um fluxo constante de recursos, alinhando o financiamento com os objetivos estratégicos do país e promovendo uma maior equidade no desenvolvimento regional. Somente com um compromisso claro e duradouro com a ciência e a tecnologia o Brasil poderá consolidar seu papel como um líder no campo da inovação e do conhecimento no cenário global.

7. REFERÊNCIAS

ABADIE, Alberto; ANGRIST, Joshua; IMBENS, Guido. Instrumental variables estimates of the effect of subsidized training on the quantiles of trainee earnings. *Econometrica*, v. 70, n. 1, p. 91-117, 2002.

ABRAMO, Giovanni; D'ANGELO, Ciriaco; CAPRASECCA, Alessandro. Gender differences in research productivity: A bibliometric analysis of the Italian academic system. *Scientometrics*, v. 79, n. 3, p. 517-539, 2009.

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.

ADAMS, James D. et al. Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from US universities, 1981–1999. *Research policy*, v. 34, n. 3, p. 259-285, 2005.

ALBUQUERQUE, E. National Systems of Innovation And Non-OECD Countries: Notes about a rudimentary and tentative Typology. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 19, n. 4, p. 35–54, 1999.

AMSDEN, Alice. *Asia's next giant: South Korea and late industrialization*. Oxford, Oxford University Press, 1989.

ANGRIST, Joshua D.; IMBENS, Guido W.; RUBIN, Donald B. Identification of causal effects using instrumental variables. *Journal of the American statistical Association*, v. 91, n. 434, p. 444-455, 1996.

ARORA, Ashish; GAMBARDELLA, Alfonso. The impact of NSF support for basic research in economics. *Annales d'Economie et de Statistique*, p. 91-117, 2005.

ARROW, Kenneth J. Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. In: *Universities-National Bureau Committee for Economic Research, Committee on Economic Growth of the Social Science Research Council (eds.), The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton: Princeton University Press, 1962. p. 609-626.

ATHEY, Susan; IMBENS, Guido W. Identification and inference in nonlinear difference-in-differences models. *Econometrica*, v. 74, n. 2, p. 431-497, 2006.

AYOUBI, Charles; PEZZONI, Michele; VISENTIN, Fabiana. The important thing is not to win, it is to take part: What if scientists benefit from participating in research grant competitions?. *Research Policy*, v. 48, n. 1, p. 84-97, 2019.

BAHRY, T. R. Os ciclos de endividamento da economia brasileira no período 1968-1999. 2004.

BAILYN, Lotte. Breaking the mold: Redesigning work for productive and satisfying lives. Cornell University Press, 2006.

BAKKER, Gerben. Money for nothing: How firms have financed R&D-projects since the Industrial Revolution. *Research policy*, v. 42, n. 10, p. 1793-1814, 2013.

BARLETTA, Florencia et al. Exploring scientific productivity and transfer activities: Evidence from Argentinean ICT research groups. *Research Policy*, 2017.

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.

BEAUDRY, Catherine; CLERK-LAMALICE, Maxime. Grants, contracts and networks: What influences biotechnology scientific production. In: Danish Research Unit for Industrial Dynamics (DRUID) Conference, London, June. 2010. p. 16-18.

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.

BENNER, Mats; SANDSTRÖM, Ulf. Institutionalizing the triple helix: research funding and norms in the academic system. *Research policy*, v. 29, n. 2, p. 291-301, 2000.

BERTRAND, Marianne; DUFLO, Esther; MULLAINATHAN, Sendhil. How much should we trust differences-in-differences estimates?. *The Quarterly journal of economics*, v. 119, n. 1, p. 249-275, 2004.

BORUSYAK, Kirill; JARAVEL, Xavier; SPIESS, Jann. Revisiting event-study designs: robust and efficient estimation. *Review of Economic Studies*, p. rdae007, 2024.

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. 46, p. 1387-1396, 2017.

BRAMBILA, CG; VELOSO, FM. The determinants of research output and impact: a study of Mexican researchers. *Res Policy*, 2007.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto nº 10.534, de 28 de outubro de 2020. Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 29 out. 2020. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. Regulamenta a Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, para dispor sobre a política nacional de ciência, tecnologia e inovação. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 8 fev. 2018. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Decreto-Lei nº 719, de 31 de julho de 1969. Dispõe sobre a reorganização do Conselho Nacional de Pesquisas e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1º ago. 1969.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Altera o Art. 218 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 2015.

BRASIL. Lei Complementar nº 177, de 12 de janeiro de 2021. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 jan. 2021. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 3 dez. 2004. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005. Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação - REPES, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras - RECAP e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 nov. 2005. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 11.540, de 12 de novembro de 2007. Dispõe sobre o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT; altera o Decreto-Lei no 719, de 31 de julho de 1969, e a Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 nov. 2007. Seção 1, p. 1-2.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera as Leis nºs 10.973, de 2 de dezembro de 2004, 6.815, de 19 de agosto de 1980, 8.666, de 21 de junho de 1993, entre outras; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 12 jan. 2016. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 13.969, de 26 de dezembro de 2019. Estabelece normas para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 dez. 2019. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991. Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 out. 1991. Seção 1, p. 21434.

BRASIL. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 maio 1996. Seção 1, p. 8353.

BRASIL. Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e

dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 fev. 1998a. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 fev. 1998b. Seção 1, p. 3.

BRASIL. Lei nº 9.637, de 15 de maio de 1998. Dispõe sobre a qualificação de entidades como organizações sociais, a criação do Programa Nacional de Publicização, a extinção dos órgãos e entidades que menciona e a absorção de suas atividades por organizações sociais, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 maio 1998c. Seção 1, p. 1.

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.

BUAINAIN, Antônio Márcio, et al. Crise do financiamento público à inovação no Brasil. In: Congresso Latino-Americano de Gestão Tecnológica, 17., 2017, México. Anais... México: Altec, 2017. p. 1 - 16. Disponível em: http://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC_2017_paper_340.pdf. Acesso em: 14 jan. 2018.

CALIARI, Thiago; RAPINI, Márcia. A infraestrutura científica em saúde. *Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil*. Brasília: IPEA, p. 115-168, 2016.

CAMPOLINA, B. A estrutura do Sistema de Inovação em Ciências Agrárias no Brasil. In: DE NEGRI, F.; SQUEFF, FHS (orgs.). *Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil*. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

CARAYOL, Nicolas; LANOE, M. The Impact and Design of Project-Based Funding in Science: Lessons from the ANR Experience. 2018.

CASALI, Giovana F. Rossi; SILVA, Orlando Monteiro da; CARVALHO, Fátima. Sistema regional de inovação: estudo das regiões brasileiras. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 14, p. 515-550, 2010.

CHAIMOVICH, Hernan. Brasil, ciência, tecnologia: alguns dilemas e desafios. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 14, n. 40, set./dez. 2000.

CHEN, Yining; GUPTA, Ashok; HOSHOWER, Leon. Factors that motivate business faculty to conduct research: An expectancy theory analysis. *Journal of Education for Business*, v. 81, n. 4, p. 179-189, 2010.

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.

Comissão Europeia, Direção-Geral da Investigação e da Inovação. "Programa Horizon 2020 em Breves Palavras: O Programa-Quadro de investigação e inovação da EU". 2014.

COOKE, P. Regional innovation systems: Competitive regulation in the new Europe. *Geoforum*, v. 23, n. 3, p. 365–382, jan. 1992.

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. Brasília 45 anos. 2007. Disponível em: <http://www.radiobras.gov.br/brasil45anos/brasil45anos.htm>. Acesso em: 14 jan. 2018.

CRUZ, Antonio. Prefácio. In: ROSENBERG, Natham. Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia. Unicamp, 2006.

DAHL, Gordon B.; LOCHNER, Lance. The impact of family income on child achievement: Evidence from the earned income tax credit: Reply. *American Economic Review*, v. 107, n. 2, p. 629-631, 2017.

DE MORAIS, José Mauro; TURCHI, Lenita. INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SETOR DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL NO BRASIL. In: Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016. p. 315.

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.

DE NEGRI, Fernanda; SQUEFF, Flávia de Holanda Schmidt. O MAPEAMENTO DA INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO BRASIL. 2016.

DEFAZIO, Daniela; LOCKETT, Andy; WRIGHT, Mike. Funding incentives, collaborative dynamics and scientific productivity: Evidence from the EU framework program. *Research Policy*, v. 38, n. 2, p. 293-305, 2009.

DHILLON, Sharanjit Kaur; IBRAHIM, Roliana; SELAMAT, Ali. Factors associated with scholarly publication productivity among academic staff: Case of a Malaysian public university. *Technology in Society*, v. 42, p. 160-166, 2015.

DINIZ, Márcia Diniz Jucá Teixeira; DINIZ, Marcelo Bentes. Pesquisa científica, conhecimento e educação: reflexões sobre sua importância econômica e social. *Cadernos CEPEC*, v. 8, n. 2, 2020.

DOS SANTOS, Gesmar Rosa. Características da infraestrutura de pesquisa em energias renováveis no Brasil. In: Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016. p. 229.

DOSI, Giovanni. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. Journal of economic literature, p. 1120-1171, 1988.

DUFLO, E.; PANDE, R. Dams. Quarterly Journal of Economics, 2007, 122(2), 601–646.

DURANTON, G.; TURNER, M. Urban growth and transport. Review of Economic Studies, 2012, 79, 1407–1440.

EBADI, Ashkan; SCHIFFAUEROVA, Andrea. How to receive more funding for your research? Get connected to the right people!. PloS one, v. 10, n. 7, p. e0133061, 2015.

EDQUIST, C. Systems of Innovation: perspectives and challenges. In: FARCEBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. R. (Eds.). The Oxford Handbook of Innovation. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 181–208.

FEDDERKE, J. W.; GOLDSCHMIDT, M. Does massive funding support of researchers work?: Evaluating the impact of the South African research chair funding initiative. Research Policy, v. 44, n. 2, p. 467-482, 2015.

FELL, Clemens B.; KÖNIG, Cornelius J. Is there a gender difference in scientific collaboration? A scientometric examination of co-authorships among industrial–organizational psychologists. Scientometrics, v. 108, n. 1, p. 113-141, 2016.

FINEP. O FNDCT. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>. Acesso em: 30 jun. 2024.

FINEP. O que são os Fundos Setoriais. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/estrutura-orcamentaria/o-que-sao-os-fundos-setoriais>. Acesso em: 8 jul. 2024.

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.

FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 2017. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fontes-de-recurso/fndct-fundo-nacional-de-desenvolvimento-cientifico-e-tecnologico>. Acesso em: 15 maio 2018.

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

FREEMAN, C. Formal Scientific and Technological Institutions in the National System of Innovation. National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter Publishers, 1995a. p. 169–187.

FREEMAN, C.; SOETE, L. The economics of industrial innovation. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1997.

GANGULI, Ina. Saving Soviet science: The impact of grants when government R&D funding disappears. *American Economic Journal: Applied Economics*, v. 9, n. 2, p. 165-201, 2017.

GARCIA, Renato et al. The role of geographic proximity for university-industry linkages in Brazil: An empirical analysis. *Australasian Journal of Regional Studies*, v. 19, n. 3, p. 433, 2013.

GARCIA, Renato et al. Uma análise dos efeitos da interação da universidade com empresas sobre a produtividade acadêmica. *Economia Aplicada*, v. 21, n. 1, p. 5-28, 2017.

GERTLER, Paul J. et al. *Avaliação de Impacto na Prática, segunda edição*. World Bank Publications, 2018.

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.

GIAMBIAGI, F. et al. (Orgs.). *Economia brasileira contemporânea*. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

GONTIJO, Vander. Orçamento da União. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/orcamento-daunia/cidadao/entenda/cursopo/planejamento>. Acesso em: 15 abr. 2024.

GREENE, William H. The behavior of the fixed effects estimator in nonlinear models. 2002.

GUIMARÃES, Eduardo Augusto. *Políticas de inovação: financiamento e incentivos*. 2006.

GUIRR, GOVERNMENT-UNIVERSITY-INDUSTRY Research Roundtable et al. *Beyond Patents: Assessing the Value and Impact of Research Investments: Proceedings of a Workshop—in Brief*. 2017.

HOTTENROTT, Hanna; LAWSON, Cornelia. Fishing for complementarities: Research grants and research productivity. *International Journal of Industrial Organization*, v. 51, p. 1-38, 2017.

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.

HUFFMAN, Wallace E.; EVENSON, Robert E. New econometric evidence on agricultural total factor productivity determinants: Impact of funding composition. Iowa State University, Department of Economics, Working Paper, v. 3029, 2005.

IOANNIDIS, John P.A. More time for research: fund people not projects. *Nature*, v. 477, p. 529–531, 2011.

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.

KANNEBLEY JR, S.; RAMOS, LRA. Infraestrutura de pesquisas e produtividade científica dos pesquisadores brasileiros. In: DE NEGRI, F.; SQUEFF, FHS (orgs.). *Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil*. Brasília: IPEA, 2016.

KUHN, Thomas S. Historical Structure of Scientific Discovery: To the historian discovery is seldom a unit event attributable to some particular man, time, and place. *Science*, v. 136, n. 3518, p. 760-764, 1962.

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.

MALANI, Anup; REIF, Julian. Interpreting pre-trends as anticipation: Impact on estimated treatment effects from tort reform. *Journal of Public Economics*, v. 124, p. 1-17, 2015.

MANKIW, N. GREGORY. *Introdução à Economia – Tradução da 6 Edição norte americana*. São Paulo, Brasil: Cengage Learning, p. 187-221, 2013.

MARTINS, L. Senado Federal. *Avaliação de políticas públicas*. Brasília, 2016. 174 p.

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.

MATOS, Orlando Carneiro. Econometria básica: teoria e aplicações. Atlas, 1997.

MAYER, Sabrina J.; RATHMANN, Justus MK. How does research productivity relate to gender? Analyzing gender differences for multiple publication dimensions. *Scientometrics*, v. 117, n. 3, p. 1663-1693, 2018.

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

MCTIC. FNDCT - Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. 2017. Disponível em: <http://fndct.mcti.gov.br/inicio>. Acesso em: 25 set. 2017.

MENICUCCI, Telma. Políticas de esporte e lazer: o estado da arte e um objeto em construção. In: ISAYAMA, Helder; LINHALES, Meily (orgs.). Avaliação de políticas e políticas de avaliação: questões para o esporte e o lazer. Belo Horizonte: UFMG, 2008.

MERTON, Robert K.; MARCOVICH, Anne. Ensaio de sociologia da ciência. São Paulo: Editora 34, 2013.

MIKOSZ, Vinicius Machado et al. Análise dos fundos setoriais: instrumentos legais e orçamentários do sistema de inovação brasileiro. *Revista Tecnologia e Sociedade*, v. 13, n. 27, p. 97-121, 2017.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (MCTI). Conselho Diretor. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/fndct/paginas/conselho-diretor>. Acesso em: 21 abr. 2024.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. Resolução nº 845, de 5 de março de 2023. Dispõe sobre as normas gerais de organização e funcionamento do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 mar. 2023. Disponível em: https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/outros_atos/resolucoes/Resolucao_FNDCT_n_845_de_05032024.html. Acesso em: 21 abr. 2024.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. Plano Anual de Investimento 2023 Recursos Não Reembolsáveis Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT [recurso eletrônico]. Brasília, DF: MCTI. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/fndct/arquivos/pdf/conselho-diretor/plano-de-investimento-fndct/Plano Anual de Investimento Nao Reemb 2023.pdf>. Acesso em: 4 maio 2024.

MIRANDA, B. P. J. de. Hiato fiscal e o crescimento econômico: um estudo para a economia brasileira entre os anos de 1980 a 2000. 2003.

MIRANDA, Zil. Sistema de inovação no setor aeronáutico: desafios e oportunidades para o Brasil. In: Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016. p. 169.

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.

NELSON, R. R.; ROSENBERG, N. Technical Innovation and National Systems. In: NELSON, R. (Ed.). *National Innovation Systems*. New York, Oxford: Oxford University Press, 1993. p. 3–21

NELSON, R. R.; WINTER, S. G. *An evolutionary theory of economic change*. UNICAMP, 2006.

NELSON, Richard R. The Simple Economics of Basic Scientific Research. *Journal of Political Economy*, v. 67, n. 3, p. 297-306, 1959.

NELSON, Richard R. *As fontes do crescimento econômico*. UNICAMP, 2004.

OLIVEIRA JR, Antonio. A universidade como polo de desenvolvimento local-regional/The university as a center for local-regional developing. *Caderno de Geografia*, v. 24, n. 1, p. 1-12, 2014.

PETRELLA, G. Sistemifinanziari e finanziamento delle imprese innovative: profilo teorico ed evidenze empiriche dall'Europa. *Quaderni ref*, n. 4, 2001.

PEREIRA, Potyara. A. P. *A Assistência Social na Perspectiva dos Direitos: crítica aos padrões dominantes de proteção aos pobres no Brasil*. Brasília: Thesaurus, 1996.

PEREZ, Carlota. Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, v. 34, n. 1, p. 185-202, 2010.

PINHEIRO, V. C. *Modelos de desenvolvimento e políticas sociais na America Latina em uma perspectiva histórica*. 2009.

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

PROENÇA, Adriano et al. *Gestão da inovação e competitividade no Brasil: da teoria para a prática*. Bookman Editora, 2015.

ROLAND, Catherine Buffalino; FONTANESI-SEIME, Margaret. Women Counselor Educators: A Survey of Publication Activity. *Journal of Counseling & Development*, v. 74, p. 490–495, 1996.

ROPER, Stephen; HEWITT-DUNDAS, Nola; LOVE, James H. An ex ante evaluation framework for the regional benefits of publicly supported R&D projects. *Research policy*, v. 33, n. 3, p. 487-509, 2004.

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.

RUA, Maria das Graças. *Jovens acontecendo na trilha das políticas públicas*. Brasília: Comissão Nacional de População e Desenvolvimento, 1998. 2. v.

SANTOS, Ulisses Pereira dos. *A DIMENSÃO ESPACIAL DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO E SEUS IMPACTOS REGIONAIS NA ECONOMIA BRASILEIRA*. 2011. 197 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Cedeplar, Ufmg, Belo Horizonte, 2014.

SARAVIA, Enrique. Políticas públicas. In: MELO, Marcus André (org.). *Políticas Públicas: Coletânea*. Brasília: ENAP, 2007. p. 23-51.

SCHNEIDER, Alison. Why Don't Women Publish as Much as Men? Some Blame Inequity in Academe; Others Say Quantity Doesn't Matter. *The Chronicle of Higher Education*, v. 45, n. 44, p. A14, 1998.

SCHUMPETER, J. A. *Teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1911. (Série Os economistas).

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

SILVA, Lizandra Duarte da. *Análise da relação entre os fundos setoriais e a produtividade científica dos pesquisadores*. 2018.

SOLOW, Robert M. Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, p. 312-320, 1957.

SON, Ji-Young; BELL, Michelle L. Scientific authorship by gender: trends before and during a global pandemic. *Humanities and Social Sciences Communications*, v. 9, n. 1, p. 1-10, 2022.

STEPHAN, P.E. *How Economics Shapes Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2012.

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.

TAVARES, André Ramos. Ciência e tecnologia na Constituição. *Revista de Informação Legislativa: RIL*, Brasília, DF, v. 44, n. 175, p. 7-20, 2007.

TEIXEIRA, Elenaldo Celso. O papel das políticas públicas no desenvolvimento local e na transformação da realidade. Salvador: AATR, 2002.

TEODORESCU, Daniel. Correlates of faculty publication productivity: A cross-national analysis. *Higher education*, v. 39, n. 2, p. 201-222, 2000.

TURNER, Laure; MAIRESSE, Jacques. Individual productivity differences in public research: How important are non-individual determinants? An econometric study of French physicists' publications and citations (1986–1997). *Centre National de la Recherche Scientifique*, 2005.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. Distribution-free estimation of some nonlinear panel data models. *Journal of Econometrics*, v. 90, n. 1, p. 77-97, 1999.

ZHANG, Yuming; XING, Chao; WANG, Yuan. Does green innovation mitigate financing constraints? Evidence from China's private enterprises. *Journal of Cleaner Production*, v. 264, p. 121698, 2020.

ZHU, Junwen; LIU, Weishu. A tale of two databases: The use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, v. 123, n. 1, p. 321-335, 2020.

ZILAHY, G.; HUISINGH, D. The roles of academia in regional sustainability initiatives: The case of the University of Pécs. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, n. 7, p. 696-701, 2010.

ANEXO A

Fonte de receitas dos fundos setoriais

Fundos	Fontes	(%) destinado às regiões Norte, Nordeste e Centro-oeste	Legislação
Petróleo	25% da parcela da União do valor dos royalties que exceder a 5% da produção de petróleo e gás natural	40% (somente para N e Ne)	Lei 9.478/97
Energia	0,75 a 1% do faturamento líquido de empresas concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica	30%	Lei 9.991/00
Transportes	10% das receitas obtidas pelo DNIT com a cessão de infraestrutura rodoviária para operadoras de telefonia e empresas de comunicação	30%	Lei. 9.992/00
Recursos Hídricos	4% da compensação financeira por uso de recursos hídricos na geração de energia elétrica	30%	Lei 9.993/00
Recursos Minerais	2% da compensação financeira paga pelas empresas do setor mineral detentoras de direito de mineração	.	Lei 9.993/00 e Lei.8.001/90
Espacial	25% das receitas auferidas pela União com alocação de posições orbitais, com lançamentos e com a comercialização de dados e imagens de rastreamento de foguetes e satélites e o total da receita obtida pela AEB com licenças e autorizações.	.	Lei. 9.994/00

Verde-Amarelo	50% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, royalties, serviços técnicos especializados ou profissionais e 43 % da receita estimada do IPI incidente sobre os bens e produtos beneficiados pelos incentivos fiscais da Lei de Informática	30%	Lei 10.168/00 e Lei 10.332/01
Informática	0,5%, no mínimo, do faturamento bruto das empresas que recebem incentivos fiscais da Lei de Informática	.	Lei 10.176/01 e Lei 11.077/04 (continua)
Infraestrutura	20 % do total de recursos destinados a cada um dos Fundos de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico	30%	(continuação) Lei 10.197/01
Aeronáutica	7,5 % da contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, royalties, serviços técnicos especializados ou profissionais	30%	Lei 10.332/01
Biotecnologia	7,5 % da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica,	30%	Lei 10.332/01

	royalties, serviços técnicos especializados ou profissionais.		
Agronegócio	17,5 % da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, royalties, serviços técnicos especializados ou profissionais	30%	Lei 10.332/01
Saúde	17,5% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico – CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, royalties, serviços técnicos especializados ou profissionais.	30%	Lei 10.332/01
Amazônia	0,5%, no mínimo, do faturamento bruto das empresas produtoras de bens e serviços de informática localizadas na Zona Franca de Manaus	100% na Amazônia	Lei 10.176/01 e Lei 11.077/04
Transporte Aquaviário	0,5%, no mínimo, do faturamento bruto das empresas produtoras de bens e serviços de informática localizadas na Zona Franca de Manaus	.	Lei 10.893/04

Fonte: Tavares (2005).

ANEXO B

Determinantes da produção de artigos dos pesquisadores brasileiros (1998 – 2016), (Painel de efeitos aleatórios)

Variáveis	Quantidade de artigos publicados
Financiamento	0.0594*** (0.00260)
Orientandos (mestrado e doutorado)	0.0361*** (0.000307)
Idade	0.589*** (0.00361)
Idade ²	-0.120*** (0.00101)
Homem	0.254*** (0.00611)
Humanidades	-0.533*** (0.00751)
Ciências da Saúde	0.149*** (0.00843)
Ciências Biológicas	0.311*** (0.0112)
Norte	-0.0482*** (0.0134)
Nordeste	0.0437*** (0.00927)
Sudeste	0.139*** (0.00777)
Sul	0.179*** (0.00879)
Constante	-0.631*** (0.0102)
/lnalpha	0.278*** (0.00380)
Observações	1,598,738

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: elaboração própria

ANEXO C

Impacto do financiamento, por meio do FNDCT, na
quantidade de artigos publicados pelas pesquisadoras
(Diferenças em Diferenças tradicional por MQO, 1995 – 2016)

	<i>Variável dependente:</i> Quantidade de Publicações
Financiamento	0.353*** (0.010)
2001-2016	-0.053*** (0.009)
Nº de Coautores	0.480*** (0.001)
Nível de Escolaridade	0.409*** (0.005)
Dedicação Exclusiva	0.111*** (0.005)
Nº de orientandos	0.177*** (0.001)
Idade	0.119*** (0.006)
Idade ²	-0.046*** (0.001)
2001-2016*Financiamento	0.138*** (0.012)
Constant	-0.728*** (0.014)
Observations	514,119
R ²	0.500
Adjusted R ²	0.500
Residual Std. Error	1.767 (df = 514109)
F Statistic	57,057.850*** (df = 9; 514109)
<i>Note:</i>	*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

ANEXO D

Efeito Temporal do Financiamento nas Publicações dos Financiados

Variável	Coeficiente	Erro Padrão
Financiamento -6 anos	-0,28***	0,02
Financiamento -5 anos	-0,23***	0,02
Financiamento -4 anos	-0,21***	0,02
Financiamento -3 anos	-0,18***	0,02
Financiamento -2 anos	-0,09***	0,01
Financiamento -1 ano	-0,07***	0,01
Financiamento 1 ano	0,08***	0,01
Financiamento 2 anos	0,07***	0,02
Financiamento 3 anos	0,16***	0,02
Financiamento 4 anos	0,22***	0,02
Financiamento 5 anos	0,25***	0,02
Financiamento 6 anos	0,29***	0,02
Financiamento 7 anos	0,33***	0,02
Financiamento 8 anos	0,31***	0,02
Financiamento 9 anos	0,33***	0,02
Financiamento 10 anos	0,33***	0,02
Financiamento 11 anos	0,36***	0,02
Financiamento 12 anos	0,35***	0,02
Financiamento 13 anos	0,33***	0,02
Financiamento 14 anos	0,25***	0,02
Financiamento 15 anos	0,25***	0,02
Nº de Coautores	0,41***	0,01
Nível de Escolaridade	0,14***	0,01
Dedicação Exclusiva	0,1***	0,01
Nº de Orientandos	0,13***	0
Idade	0,31	0,2
Idade ²	-0,06***	0
Observations	1,302,642	
Num. groups: idunico	60,604	
Num. groups: year	22	
R ² (full model)	0,69	
R ² (proj model)	0,33	
Adj. R ² (full model)	0,67	
Adj. R ² (proj model)	0,33	

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