

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

Marcelo dos Santos da Silva

Fundos setoriais e os efeitos do financiamento à CT&I no Brasil

Juiz de Fora

2022

Marcelo dos Santos da Silva

Fundos setoriais e os efeitos do financiamento à CT&I no Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Economia. Área de concentração: Economia Industrial e da Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Gonçalves

Juiz de Fora
2022

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

dos Santos da Silva, Marcelo.

Fundos setoriais e os efeitos do financiamento à CT&I no Brasil / Marcelo dos Santos da Silva. -- 2022.
199 f. : il.

Orientador: Fernando Salgueiro Perobelli

Coorientador: Eduardo Gonçalves

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2022.

1. Capital de conhecimento. 2. Fundos setoriais. 3. Equilíbrio geral computável. 4. Efeitos setoriais. 5. Brasil. I. Salgueiro Perobelli, Fernando, orient. II. Gonçalves, Eduardo, coorient. III. Título.

Marcelo dos Santos da Silva

Fundos setoriais e os efeitos do financiamento à CT&I no Brasil

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

Aprovada em 04 de novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Fernando Salgueiro Perobelli - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Eduardo Gonçalves - Coorientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr^a. Flaviane Souza Santiago

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr. Weslem Rodrigues Faria

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr^a. Débora Freire Cardoso

Universidade Federal de Minas Gerais

Dr. Vinícius de Almeida Vale

Universidade Federal do Paraná

Juiz de Fora, 18/10/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Salgueiro Perobelli, Professor(a)**, em 28/11/2022, às 08:48, 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 **Eduardo Goncalves, Professor(a)**, em 28/11/2022, às 09:14, 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 **Weslem Rodrigues Faria, Professor(a)**, em 28/11/2022, às 09:24, 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 **Vinicius de Almeida Vale, Usuário Externo**, em 28/11/2022, às 18:55, 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 **Flaviane Souza Santiago, Professor(a)**, em 19/12/2022, às 14:59, 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 **Débora Freire Cardoso, Usuário Externo**, em 12/01/2023, às 13:52, 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 SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1000545** e o código CRC **D98D2F2F**.

Dedico esta tese à Priscila, Mathias e Maria Cecília, a
família que Deus me deu.

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar mais esta etapa de minha vida, há muito que agradecer.

Como sempre e em todos os dias, agradeço primeiramente e com maior intenção a Deus, que me abençoa a cada dia, mesmo eu não sendo merecedor de tantas graças. Se eu cheguei até aqui, foi porque Deus me sustentou, guardou e iluminou. Muito obrigado, Senhor!

Agradeço à minha família, Priscila, Mathias e Maria Cecília, pelo suporte e amor incondicionais. Mathias e Maria Cecília foram meus maiores presentes nesse período de doutoramento.

Agradeço ainda o suporte, o apoio e o cuidado de minha família de origem, e da família de Priscila e dos amigos. Evitarei citar nomes para não ser injusto com ninguém.

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Fernando Perobelli, que desde o processo seletivo para o doutorado, lá em 2017, mostrou-se solícito em me oferecer o que ele tem de melhor. Não somente como docente, mas como amigo e pessoa humana sensível ao outro. Agradeço de coração sua orientação, sua paciência, os conselhos, os puxões de orelha, os incentivos, e cuidado e o carinho para comigo e para com a minha família. Sem ele, esse trabalho não existiria e não seria possível.

Agradeço ainda ao meu coorientador Eduardo Gonçalves, por seus conselhos na tese, na parceria na produção científica, por sua paciência, coleguismo e profissionalismo e por ter aprendido muito em duas disciplinas ofertadas por ele e que pude cursar.

Agradeço também à Erika Burkowski, por ter me mostrado gentilmente o caminho das pedras na matriz de contabilidade social por ela estimada, auxiliando-me com as contas da matriz e sua checagem. Ela colaborou, assim, com uma etapa muito importante na minha tese de doutorado, sem a qual o modelo não seria viável.

Meus agradecimentos também a Weslem Faria, por ter me auxiliado em uma parte da tese na qual eu não encontrava saída ou solução. Graças a essa intervenção, eu pude refinar o modelo e consegui realizar as simulações.

Agradeço a disponibilidade e a receptividade dos docentes que aceitaram fazer parte da banca desta tese.

Agradeço aos amigos Witiney e Leticia e Ribeiro e Elisa, pelo companheirismo, as conversas, a amizade, a comunhão em Deus, o apoio, a estadia e as orações recebidas durante o período em que estivemos em Juiz de Fora e cuja amizade não se encerrará jamais. Estendo o agradecimento aos familiares.

Meu muito obrigado à Comunidade Resgate, sobretudo à Cristina, à Rafaela, à Djamila e ao Anderson, que tão bem nos acolheram no período em que residimos na cidade. Agradeço as orações, a receptividade, o acolhimento, os eventos, os cursos ofertados e o carinho incondicional para conosco.

Agradeço ao corpo docente do Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Estadual de Santa Cruz e à própria universidade pela oportunidade de realizar meu doutoramento em um programa de pós-graduação localizado em uma instituição federal de renome no ensino. Sem o apoio e a minha substituição como docente pelos meus colegas, não haveria trajetória alguma no curso que escolhi e tão bem me acolheu.

Agradeço a contribuição de cada colega de pós-graduação que me auxiliou durante o curso em qualquer coisa que eu necessitasse. Também não mencionarei nomes, pois foram muitas pessoas, de várias turmas de mestrado e doutorado.

Meu agradecimento pelo convívio, boas conversas e parceria às turmas de mestrado e doutorado de 2018, especialmente aos meus colegas de turma: Ana Maria, Mariana, Daniel, Tauã e Jéssica. Desejo todo o sucesso do mundo para vocês!

Agradeço aos demais professores e funcionários do PPGE/UFJF e à própria universidade pela minha promoção enquanto aluno e docente durante meu vínculo. Ambos oferecem as oportunidades para uma boa formação em Economia.

RESUMO

Os mecanismos de apoio à CT&I no Brasil ganharam importância nas últimas três décadas devido à sua expansão por meio do aprimoramento do marco regulatório de acordo com as melhores práticas internacionais de investimento público na área de ciência, tecnologia e inovação. Uma inovação nos mecanismos de apoio à CT&I baseou-se na criação, a partir da segunda metade da década de 1990, dos chamados fundos setoriais de ciência e inovação. Partindo do primeiro fundo, relacionado ao setor do petróleo e gás (CT-Petro), criado em 1997, foram criados mais quinze fundos, e todos estavam em atividade no ano de 2017. Tomando como base a relevância cada vez mais evidente da pauta sobre o financiamento e o investimento em CT&I no Brasil e no mundo, esta pesquisa tem como objetivo principal realizar uma análise sensibilidade para investigar e analisar os efeitos macroeconômicos, setoriais e de contabilidade social dos fundos setoriais na economia brasileira no longo prazo a partir de um modelo de equilíbrio geral computável com estática comparativa. Para isso, foi desenvolvido o modelo BRAGEMSF – *Brazilian General Equilibrium Model with Sectoral Funds*, calibrado com dados da matriz de insumo-produto e da matriz de contabilidade social para a economia brasileira para o ano de 2017. Este modelo possui especificamente, além da abertura para a matriz de contabilidade social brasileira, o estoque de capital de conhecimento, representado pela remuneração dos recursos financeiros dos fundos setoriais, como componente do valor adicionado. Assim, evidenciou-se o investimento em CT&I financiado pelos fundos setoriais como um elemento adicional da formação dos fatores primários. Desse modo, a partir da modelagem, o capital de conhecimento possui papel ativo na produção. Para as simulações, realizadas a partir de um choque exógeno nominal no estoque de capital de conhecimento no longo prazo, foram construídos dois cenários: o cenário 1 ou otimista, no qual ocorre um aumento do estoque de capital de conhecimento; e o cenário 2, ou pessimista, com a redução no estoque do referido capital. Os resultados alcançados mostraram que, no cenário otimista, a elevação do capital de conhecimento na economia brasileira proporciona uma situação de melhoria nos indicadores econômicos, com o aumento setorial da produção, do investimento, das exportações e um efeito ambíguo no emprego, com incrementos e reduções no número de trabalhadores, a depender do setor. Enquanto a produção e o investimento cresceram com maior frequência em setores mais intensivos em tecnologia, as exportações cresceram mais em setores de baixa intensidade tecnológica. Com relação às transferências da matriz de contabilidade social, as empresas recebem mais recursos para investir em CT&I do que disponibilizam para a

formação do capital dos fundos. O cenário pessimista apresentou uma situação de redução do PIB, com o aumento nos custos dos fatores de produção e queda na produção, no investimento e nas exportações. Neste cenário, as médias da variação percentual para a produção, o investimento e as exportações foram negativas e comparativamente superiores, em módulo, às médias do cenário otimista. As transferências para formação do capital financeiro dos fundos setoriais e para o financiamento da inovação no Brasil por meio deles caem neste cenário, sendo a queda do financiamento superior àquela referente à formação de capital. Isso permite concluir que a redução no estoque de capital de conhecimento gera uma situação perniciosa na economia brasileira, cujos efeitos negativos são mais intensos do que aqueles obtidos no cenário otimista.

Palavras-chave: Capital de conhecimento. Fundos setoriais. Equilíbrio geral computável. Efeitos setoriais. Brasil.

ABSTRACT

Support mechanisms for ST&I in Brazil have gained importance in the last three decades due to their expansion and improvement of the regulatory framework in accordance with the best international practices of public investment in the area of science, technology and innovation. An innovation in ST&I support mechanisms was based on the creation, from the second half of the 1990s, of so-called sectoral funds for science and innovation. Starting from the first fund, related to the oil and gas sector (CT-Petro), created in 1997, fifteen more funds were created, of which fifteen were active in 2017. Based on the increasingly evident relevance of the agenda on financing and investment in ST&I in Brazil and around the world, this research has as main objective to carry out a sensitive analysis to investigate and analyze the macroeconomic, sectoral and social accounting effects of sectoral funds in the Brazilian economy in the long term based on a computable general equilibrium model with comparative statics. For this, the BRAGEMSF - Brazilian General Equilibrium Model with Sectoral Funds model was developed, calibrated with data from the input-output matrix and the social accounting matrix for the Brazilian economy for the year 2017. This model specifically has, in addition to the opening for the Brazilian social accounting matrix, the stock of knowledge capital, represented by the remuneration of the financial resources of sectoral funds, as a component of the added value. Thus, investment in ST&I financed by sectoral funds was evidenced as an additional element in the formation of primary factors. Thus, from modeling, knowledge capital plays an active role in production. For the simulations, carried out based on a nominal exogenous shock in the stock of capital knowledge in the long run, two scenarios were constructed: scenario 1 or optimistic, in which there is an increase in the stock of knowledge capital; and scenario 2, or pessimistic, with the reduction in the stock of said capital. The results achieved show that, in the optimistic scenario, the increase in knowledge capital in the Brazilian economy provides a situation of improvement in economic indicators, with the sectoral increase in production, investment, exports and an ambiguous effect on employment, with increments and reductions in the number of workers, depending on the sector. While production and investment grew more frequently in more technology-intensive sectors, exports grew more in low-technology sectors. With regard to transfers from the social accounting matrix, companies receive more resources to invest in ST&I than they make available for the formation of fund capital. The pessimistic scenario presented a situation of GDP reduction, with an increase in the costs of production factors and a fall in production, investment and exports. In this scenario, the percentage variation averages for production,

investment and exports were negative and comparatively higher, in module, than the averages of the optimistic scenario. The transfers for the formation of financial capital from sectoral funds and for the financing of innovation in Brazil through them fall in this scenario, with the drop in funding being greater than that referring to capital formation. This allows concluding that the reduction in the stock of knowledge capital generates a pernicious situation in the Brazilian economy, whose negative effects are more intense than those obtained in the optimistic scenario.

Keywords: Knowledge capital. Sectoral funds. Computable general equilibrium. Sectoral effects. Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Renúncia fiscal do governo federal de acordo com a Lei de Informática, 1993-2018, R\$ mil constantes de 2018	72
Figura 2 - Renúncia fiscal do governo federal de acordo com a Lei do Bem, 2006-2018, R\$ mil constantes de 2018	75
Figura 3 - Evolução dos desembolsos do FNDCT e da FINEP, 1967-1997, R\$ milhões constantes de dezembro de 2006	79
Figura 4 - Ciclo básico de funcionamento dos fundos setoriais.....	82
Figura 5 - Estrutura básica de dados do modelo BRAGEMSF	102
Figura 6 - Estrutura da MCS agregada do modelo BRAGEMSF (parte 1)	104
Figura 7 - Estrutura da MCS agregada do modelo BRAGEMSF (parte 2)	106
Figura 8 - Estrutura hierárquica de produção do modelo BRAGEMSF	109
Figura 9 - Relações causais e sistêmicas do modelo BRAGEMSF após uma variação positiva no estoque de capital de conhecimento	121
Figura 10 - Evolução do número de projetos aprovados relativos aos fundos setoriais, 2008-2020	126
Figura 11 - Número de proponentes com projetos apresentados para captação de recursos dos fundos setoriais, 2008-2020	127
Figura 12 - Estrutura básica do modelo BRAGEMSF com dados da MIP	129
Figura 13 - Estrutura da MCS agregada do modelo BRAGEMSF (parte 1)	132
Figura 14 - Estrutura da MCS agregada do modelo BRAGEMSF (parte 2)	134
Figura 15 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual da produção dos setores da economia brasileira	140
Figura 16 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual do investimento dos setores da economia brasileira	143
Figura 17 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual do emprego dos setores da economia brasileira	146
Figura 18 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual da exportação dos setores da economia brasileira	149
Figura 19 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual da produção dos setores da economia brasileira	156
Figura 20 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual do investimento dos setores da economia brasileira	158

Figura 21 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual do emprego dos setores da economia brasileira	160
Figura 22 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual da exportação dos setores da economia brasileira	162

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Alguns fatos estilizados acerca dos sistemas financeiros	49
Quadro 2 - Estrutura pública de financiamento à CT&I no Brasil	65
Quadro 3 - Características dos fundos setoriais para ciência e tecnologia	83
Quadro 4 - Resumo dos estudos consultados sobre o tema investimento em CT&I e modelos EGC	95
Quadro 5 - Fechamento de longo prazo do modelo BRAGEMSF	115
Quadro 6 - Compatibilização entre fundos setoriais e setores do modelo BRAGEMSF	119
Quadro A1 - Identificação dos setores produtivos da MIP para a economia brasileira	190
Quadro B1 - Identificação dos setores produtivos quanto à intensidade tecnológica	192
Quadro C1 - Classificação setorial quanto aos índices de ligação para trás e para frente	194

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dispêndios reais em CT&I de ministérios selecionados da administração federal a bilhões de R\$ constantes de 2017 e suas taxas de variação em percentual com relação ao período anterior, 2000-2017	66
Tabela 2 - Dispêndios empresariais públicos e privados em P&D e CT&I no Brasil a milhões de reais constantes de 2017, 2000-2017	76
Tabela 3 - Arrecadação dos fundos setoriais a bilhões de reais (R\$) constantes de 2019, 1999-2019	86
Tabela 4 - Percentual da execução orçamentária dos fundos setoriais no FNDCT (executado/aprovado), 2015-2019	87
Tabela 5 - Recursos de custeio e investimento dos fundos setoriais no Brasil, milhões de reais constantes de 2020, 2008-2020	123
Tabela 6 - Total de recursos contratados dos fundos setoriais via FNDCT por tipo de organização, milhões de reais constantes de 2020, 2008-2020	124
Tabela 7 - Recursos financeiros executados dos fundos setoriais, milhões de reais correntes, 2008-2020	125
Tabela 8 - Desempenho dos agregados macroeconômicos de longo prazo para o cenário otimista	137
Tabela 9 - Comportamento de variáveis selecionadas da MCS no cenário otimista	151
Tabela 10 - Desempenho dos agregados macroeconômicos de longo prazo para o cenário pessimista	153
Tabela 11 - Comportamento de variáveis selecionadas da MCS no cenário pessimista	163
Tabela A1 - Elasticidades de Armington do modelo BRAGEMSF	196
Tabela B1 - Elasticidades para os fatores de produção no valor adicionado	198

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACTC	Atividades científicas e técnicas correlatas
BASA	Banco da Amazônia
BB	Banco do Brasil
BNB	Banco do Nordeste
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BRAGEMSF	Brazilian General Equilibrium Model with Sectoral Funds
BRDE	Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEF	Caixa Econômica Federal
CEI	Contas Econômicas Integradas
CES	Constant elasticity of substitution
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CT-Agronegócio	Fundo setorial do agronegócio
CT-Aeronáutico	Fundo setorial do transporte aeronáutico
CT-Amazônia	Fundo setorial da Amazônia
CT-Aquaviário	Fundo setorial do transporte aquaviário
CT-Biotecnologia	Fundo setorial da biotecnologia
CT-Energia	Fundo setorial da energia elétrica
CT-Espacial	Fundo setorial espacial
CT-Hidro	Fundo setorial dos recursos hídricos
CT-Info	Fundo setorial da informática
CT-Infra	Fundo setorial da infraestrutura
CT-Inovar Auto	Fundo setorial dos veículos automotores
CT-Mineral	Fundo setorial mineral
CT-Petro	Fundo setorial do petróleo
CT-Saúde	Fundo setorial da saúde
CT-Transporte	Fundo setorial dos transportes
CT-Verde Amarelo	Fundo setorial Verde-Amarelo
CT&I	Ciência, tecnologia e inovação
DES	Depósitos Especiais de Saques
Embrapii	Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
EGC	Equilíbrio geral computável

EOB	Excedente operacional bruto
FAP	Fundação de Amparo à Pesquisa
FAT	Fundo de Amparo ao Trabalhador
FDA	Fundo de Desenvolvimento da Amazônia
Finep	Financiadora de Estudos e Projetos
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FNO	Fundo Constitucional de Financiamento do Norte
FUNTEL	Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
ICT	Institutos de Ciência e Tecnologia
IDE	Investimento Direto Estrangeiro
IGP-M	Índice geral de preços - Mercado
IPC	Índice de preços ao consumidor
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEC	Ministério da Educação
MCS	Matriz de contabilidade social
MCSF	Matriz de contabilidade social e financeira
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MD	Ministério da Defesa
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio
MIP	Matriz insumo-produto
MS	Ministério da Saúde
NEREUS	Núcleo de Estudos de Economia Regional e Urbana
OIIL	Outros impostos
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ORANI-G	A General Equilibrium Model of the Australian Economy
P&D	Pesquisa e desenvolvimento
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PBM	Plano Brasil Maior
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PIB	Produto interno bruto
PINTEC	Pesquisa de Inovação Tecnológica
PIS	Programa de Integração Social
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PHILGEM	General Equilibrium Model of the Phillipines
PL	Partido Liberal
PSDB	Partido da Social Democracia Brasileira
PSI	Programa de Sustentação do Investimento
PT	Partido dos Trabalhadores
SF	Sistema financeiro
SFB	Sistema Financeiro Brasileiro
STF	Supremo Tribunal Federal
TIC	Tecnologia da informação e comunicação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	22
2	REFERENCIAL TEÓRICO	30
2.1	CONCEITOS BÁSICOS SOBRE INOVAÇÃO	30
2.2	INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	34
2.3	A INOVAÇÃO E SEU FINANCIAMENTO	42
2.3.1	Particularidades intrínsecas ao financiamento à inovação	44
2.3.2	Sistemas financeiros e o financiamento à inovação	45
2.3.3	Características dos sistemas financeiros nacionais	46
2.3.3.1	<i>Sistema orientado ao mercado</i>	47
2.3.3.2	<i>Sistema baseado no crédito e influenciado pelo governo</i>	48
2.3.3.3	<i>Sistema baseado no crédito e dominado por instituições financeiras</i>	48
2.3.4	Tipos de financiamento à inovação	50
2.3.4.1	<i>Financiamento interno</i>	52
2.3.4.2	<i>Financiamento externo</i>	53
2.3.4.2.1	Financiamento público	54
2.4	A ALOCAÇÃO SETORIAL DOS RECURSOS EM CT&I	58
3	INSTITUIÇÕES, ELEMENTOS E MECANISMOS DO FINANCIAMENTO À CT&I NO BRASIL	60
3.1	ASPECTOS INTRODUTÓRIOS	60
3.2	CARACTERÍSTICAS DO SFB	61
3.3	INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE FOMENTO À CT&I NO BRASIL	65
3.4	MARCO LEGAL PARA O FINANCIAMENTO PÚBLICO À INOVAÇÃO NO BRASIL	68
3.4.1	Algumas leis do marco legal brasileiro de apoio à CT&I	70
3.4.1.1	<i>Lei de Informática</i>	70
3.4.1.2	<i>Lei de Inovação</i>	72
3.4.1.3	<i>Lei do Bem</i>	74
3.5	MECANISMOS DE APOIO E INCENTIVO À INOVAÇÃO NAS FIRMAS BRASILEIRAS	76
3.5.1	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	78
3.5.2	Fundos setoriais de ciência e tecnologia	80
4	METODOLOGIA	90

4.1	ARCABOUÇO TEÓRICO-METODOLÓGICO	90
4.2	MODELOS DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL	92
4.3	REVISÃO DE LITERATURA DE ALGUNS MODELOS EGC E ECONOMIA DA TECNOLOGIA	93
4.4	DESCRIÇÃO DA MCS	99
4.5	BRAGEMSF: BRAZILIAN GENERAL EQUILIBRIUM MODEL WITH SECTORAL FUNDS	100
4.5.1	Estrutura econômica do modelo	101
4.5.2	Estrutura hierárquica de produção.....	103
4.6	MODELAGEM DOS FUNDOS SETORIAIS NO BRAGEMSF	110
4.6.1	Fundos setoriais e a matriz de absorção	111
4.6.2	Fundos setoriais e a matriz de contabilidade social	112
4.7	DADOS DO MODELO E CALIBRAGEM	113
4.8	FECHAMENTO DO MODELO	115
4.9	DEFINIÇÃO DO CHOQUE E ESTRATÉGIA DE SIMULAÇÃO	117
4.9.1	Efeitos sistêmicos nas relações causais do modelo	118
5	OS FUNDOS SETORIAIS E OS EFEITOS DO FINANCIAMENTO À CT&I NO BRASIL	123
5.1	DEMONSTRATIVO DA APLICAÇÃO DOS RECURSOS DOS FUNDOS SETORIAIS	123
5.2	MATRIZ DE ABSORÇÃO PARA A ECONOMIA BRASILEIRA	128
5.3	MATRIZ DE CONTABILIDADE SOCIAL PARA A ECONOMIA BRASILEIRA	130
5.4	ANÁLISE DOS CENÁRIOS	136
5.4.1	Cenário 1: resultados e discussão	136
<i>5.4.1.1</i>	<i>Efeitos macroeconômicos</i>	<i>137</i>
<i>5.4.1.2</i>	<i>Efeitos setoriais</i>	<i>139</i>
5.4.2	Cenário 2: resultados e discussão	152
<i>5.4.2.1</i>	<i>Efeitos macroeconômicos</i>	<i>152</i>
<i>5.4.2.2</i>	<i>Efeitos setoriais</i>	<i>155</i>
5.5	À GUIA DE CONCLUSÃO	165
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	171
	REFERÊNCIAS	176
	APÊNDICE A – Setores produtivos da MIP	190

APÊNDICE B – Classificação dos setores quanto à intensidade tecnológica	192
APÊNDICE C – Classificação dos setores de acordo com os índices de ligação para trás e para frente para a economia brasileira, 2017	194
ANEXO A – Elasticidades de Armington do modelo BRAGEMSF	196
ANEXO B – Elasticidades para os fatores de produção do modelo BRAGEMSF	198

1 INTRODUÇÃO

A produção de bens e serviços de uma economia é realizada por meio de firmas, as quais empregam a estrutura de seus ativos produtivos autonomamente ou em parceria com instituições envolvidas com ciência, tecnologia e inovação (CT&I). O conhecimento que utilizam em sua produção se chama tecnologia. Um novo conhecimento ou uma nova tecnologia, seja uma recombinação, seja uma redescoberta no modo de utilização dos ativos de produção, introduzido na economia, chama-se inovação. Assim, a inovação requer um investimento contínuo em capital humano, capital de conhecimento e capital físico (JOHNSON, 2010; FAGERBERG; SRHOLEC; VERSPAGEN, 2010).

A literatura teórica e empírica reconhece que o progresso tecnológico, capitaneado pelo investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), promove o crescimento econômico (UGHETTO, 2008; SASIDHARAN; LUKOSE; KOMERA, 2015). Os setores que reúnem firmas de alta tecnologia são reconhecidos como vetores do crescimento de longo prazo das economias desenvolvidas (GUERRIERI; MILANA, 1998; BROWN; MARTINSSON; PETERSEN, 2017). Com isso, pode-se argumentar que a própria produtividade econômica sustentada de longo prazo, a variedade de bens e serviços e o bem-estar da população de um território ou país dependem intrinsecamente da P&D e dos demais insumos necessários à inovação (SAVIOTTI, 2005; AYALEW; XIANZHI; HAILU, 2019).

Entretanto, o desenvolvimento de competências tecnológicas nacionais e a habilidade das nações se beneficiarem das inovações obtidas dentro de suas fronteiras estão condicionados a um conjunto de fatores, como infraestrutura (portos, aeroportos, estradas de rodagem, ferrovias), educação (sobretudo terciária ou superior), estoque de poupança e capital, e aos próprios esforços empreendidos na capacitação de pessoal para atuar nas instituições direcionadas às atividades de tecnologia e inovação (ARCHIBUGI; PIANTA, 1998).

O processo de inovação é endógeno à dinâmica do sistema econômico. Depende da estrutura institucional da economia, onde surgem oportunidades tecnológicas distintas (JOHNSON, 2010). Segundo Lundvall (2010), diferenças nacionais básicas em experiência histórica, linguagem, e cultura refletem idiossincrasias nacionais no que se refere a algumas características dos agentes econômicos, dentre elas: estrutura organizacional das firmas; relações interfirmas; papel do Estado; configuração institucional do sistema financeiro; intensidade e organização da P&D. O autor destaca que o setor financeiro nacional afeta a organização, especialização e as redes formais de relação entre as firmas e setores intensivos

em tecnologia e inovação. O Estado, por sua vez, influencia a taxa nacional de inovação por meio da organização e construção de estratégias nesse sentido, promovendo a educação e financiando a P&D.

A P&D e atividades correlatas para o processo de inovação presentes nas firmas em universidades, institutos de pesquisa e outras instituições dependem de recursos financeiros para seu planejamento, execução e aperfeiçoamento.

Vários autores argumentam que o investimento, e, portanto, o financiamento à P&D, não pode ser comparado ao financiamento de ativos tangíveis e de capital de giro (SCCELLATO, 2007; FERNANDEZ, 2017). O investimento em inovação gera ativos bastante específicos, especialmente intangíveis (PAULA, 2011). A inovação, além de exigir um compromisso de longo prazo para seu sucesso, é permeada de características ímpares, como a necessidade de suavização dos investimentos, a incerteza, o risco envolvido e os altos custos de ajustamento (MELO, 2009; HALL; LERNER, 2010; MAZZUCATO, 2013).

Além disso, a inovação é vista como um processo caro, considerando todas as suas etapas. Recursos significativos necessitam serem alocados para concepção, direcionamento, sustento e execução de um projeto de inovação (O'SULLIVAN, 2013). Por isso, uma das instituições necessárias para o processo de inovação em um país é a existência de um sistema financeiro adequado para atender às demandas das firmas e outros agentes que realizam CT&I. Com a tecnologia com ciclos de vida cada vez mais curtos, e a P&D tornando-se mais cara para manter o fluxo de inovações, em sua maioria, incrementais, os agentes inovadores tendem a recorrer com maior frequência a recursos externos. Isso é um ponto de partida para compreender a necessidade de sistemas financeiros eficientes¹, que saibam desenvolver novos instrumentos financeiros para dar suporte à inovação (CHRISTENSEN, 2010). Quando um sistema financeiro adequado não está presente, o Estado pode assumir funções específicas no financiamento das atividades de CT&I.

Segundo Gianetti (2012) e Faceuglia (2015), as relações envolvendo finanças e inovação são complexas. Essa complexidade leva, muitas vezes, a relações não satisfatórias entre agentes financiadores, Estado, firmas e outras instituições de CT&I que optam por capital externo em sua estrutura de financiamento. Segundo os autores, o maior impedimento à ocorrência da inovação em firmas europeias são fatores financeiros, ou o mau entendimento

¹ O sistema financeiro é uma complexa rede de mercados, intermediários e instituições legais com um arcabouço regulatório para direcionar as decisões financeiras realizadas pelas famílias, firmas e corporações e o setor público, por meio da redução do hiato entre os agentes econômicos que podem ser superavitários e os deficitários (JAVOID; SAVIOTTI, 2013). Christensen (2010) define sistema financeiro como arranjos institucionais, os quais atuam na: conversão de poupanças e fundos em crédito ou investimento; e no aconselhamento das firmas e outros agentes financeiros.

de seu funcionamento e como se dá o acesso às finanças pelas firmas. Isso afeta a dinâmica da economia nacional, assim como suas bases de crescimento econômico e o bem-estar de seus cidadãos, pois o sistema financeiro é vital para a expansão da variedade de produtos em qualquer economia (JAVAID; SAVIOTTI, 2013).

Isso é ressaltado pelo fato de que a maior atenção é dada à caracterização das especificidades do processo de inovação em si, em um contexto que muitas vezes negligencia o papel do financiamento. Isso não é coerente com a importância que recursos financeiros têm, sejam eles internos ou externos à firma, públicos ou privados, no desenvolvimento e aquisição de ativos complementares (tangíveis e intangíveis), e à comercialização da inovação (VIEIRA; 2008; O'SULLIVAN, 2013).

As fontes de financiamento à inovação, na esfera da firma, podem ser internas ou externas. De acordo com Melo (2009), estas se subdividem em: i) lucros retidos ou autofinanciamento; ii) emissão de ações; iii) emissão de títulos financeiros, como debêntures, o que denota financiamento direto; iv) e empréstimos bancários, tratados como financiamento indireto. A participação de cada uma dessas fontes na estrutura de capital das firmas e sua utilização dependerá do desenvolvimento histórico e institucional do sistema financeiro nacional, e da construção da trajetória do contato entre esse sistema e o setor industrial da economia.

Todavia, novas formas ganharam destaque no financiamento à inovação desde a década de 1970. Algumas instituições que viabilizam essas novas formas são os fundos de pensão, companhias seguradoras e fundos mútuos de investimento (CORDER; SALLES-FILHO, 2006). Além disso, há o papel dos capitalistas de risco com aportes de *venture capital* em firmas pequenas e jovens, intensivas em tecnologia, que geralmente sofrem maior restrição para aquisição de financiamento externo. Outro tipo de financiamento são os anjos dos negócios (*business angels*), os quais fazem aportes individuais para potencializar o potencial inovativo da firma, assumindo parte dos riscos.

Na esfera nacional, as firmas contam com dois aparatos institucionais de financiamento: o público e o privado. O Estado é o maior financiador da atividade científica no mundo, especialmente a pesquisa básica, embora a inovação e a pesquisa aplicada realizada pelas firmas também se beneficiem do suporte público (DE NEGRI, 2018).

No Brasil, no entanto, o Estado é o ente financiador mais presente na disponibilização de recursos externos às firmas. O papel do Estado no apoio à atividade inovativa no Brasil é relevante, pois, segundo Buainain, Lima Júnior e Corder (2017), o setor público sempre apresentou um papel de destaque no financiamento à inovação e ao desenvolvimento

econômico, haja vista a insuficiência do crédito de longo prazo e do mercado de capitais na provisão de recursos financeiros para a CT&I no país.

O fundo público de financiamento da economia, conforme definido por Martins (2019), subsidia a maior parte dos recursos de CT&I remetido para firmas e instituições públicas e privadas. Entretanto, dentre os ativos adquiridos através desse apoio, a maioria está respaldada em alguns mecanismos específicos, desenvolvidos a partir da segunda metade da década de 1990 com base na renovação do marco legal brasileiro de apoio à CT&I.

Apesar de o sistema formal de apoio CT&I no Brasil ter início na constituição do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e na sua secretaria executiva, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), entre o final dos anos 1960 e início da década de 1970, a criação dos fundos setoriais a partir de 1997, conjuntamente com a atualização do marco regulatório da apropriabilidade do retorno privado da inovação no país, com a Lei da Inovação (Lei 10.973/2004) e a Lei do Bem (Lei 11.196/2005), foram passos realizados na tentativa de garantir fontes de recursos previsíveis disponíveis direcionados à captação das firmas para empreender projetos de inovação (MELO, 2009).

De acordo com dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) de 2017 (IBGE, 2020), as fontes de financiamento das firmas que realizaram inovação de produto ou processo em todos os setores produtivos pesquisados da economia brasileira são predominantemente baseadas em autofinanciamento. Na atividade interna de P&D, as firmas brasileiras têm seus recursos originados de lucros retidos de exercícios anteriores: 89% dos investimentos em P&D são captados de recursos próprios. O restante, 11% do capital de terceiros, é subdividido da seguinte forma: 7% dos recursos são oriundos de fontes públicas de apoio; 2% de outras firmas, universidades e instituições de pesquisa; e 1% do exterior. Um dado que merece destaque é o percentual de 89% de autofinanciamento das firmas extrativas em atividades internas de P&D. A indústria de transformação também aparece com 89%, enquanto o setor de serviços apresenta o patamar de 90% em fontes próprias de financiamento.

A criação dos fundos setoriais de ciência e tecnologia permitiu aos agentes inovadores brasileiros, institutos de ciência e tecnologia (ICTs) e firmas, captarem recursos para execução de projetos e investimento em CT&I. Esses recursos podem ser captados por meio de: i) projetos cooperativos com universidades e instituições de pesquisa; ii) crédito em condições favoráveis; iii) e subvenção econômica (ARAÚJO *et al.*, 2012). Trata-se de uma nova modalidade de financiamento no sistema brasileiro de financiamento à inovação, pois não depende de recursos financeiros de bancos, bolsa de valores e investidores institucionais,

que muitas vezes possuem um segmento pré-determinado de firmas beneficiáveis. Portanto, são considerados parte de um fundo público de investimento estatal na economia brasileira (MARTINS, 2019).

Os fundos setoriais são alimentados periodicamente com aportes de firmas relacionadas a setores produtivos ligados aos fundos e com aportes públicos. Desse modo, os fundos setoriais configuram-se como transferências governamentais a firmas potencialmente inovadoras, institutos científicos e tecnológicos nacionais, universidades e institutos de pesquisa públicos e privados, conforme marco legal da criação de cada fundo. A expectativa é que o acesso aos fundos fomente o aumento dos esforços tecnológicos das firmas, favorecendo melhores resultados em termos inovativos, operacionais e mercadológicos (ARAÚJO *et al.*, 2012).

O orçamento dos fundos setoriais é oriundo das firmas, a título de *royalties*, compensação financeira, arrecadação, receitas e faturamento pertencentes aos seguintes setores produtivos: petróleo e gás; energia; recursos hídricos; transportes terrestres; mineração; telecomunicações; informática; infraestrutura; agronegócio; biotecnologia; saúde; aeronáutico; transporte aquaviário; e automobilístico. Dois fundos são transversais, podendo ter seus recursos aplicados em outros setores: o Verde Amarelo e o de Infraestrutura. Sendo assim, configuram-se como recursos financeiros captados junto a setores estratégicos da economia, alocados no FNDCT e geridos pela Finep com a parceria do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A motivação para esse estudo está alicerçada em investigar, de modo sistêmico, qual é a importância do financiamento público à inovação na economia brasileira para o caso dos fundos setoriais de ciência e tecnologia, e como essa relação afeta a produção na economia, o investimento, o produto, o emprego, o consumo das famílias, as transferências entre agentes econômicos, entre outros.

A justificativa para esta tese reside em dois fatos existentes na literatura. Primeiro, as condições de financiamento públicas e privadas à CT&I difere entre nações tecnologicamente avançadas e países emergentes. Isso se deve, em grande parte, às diferenças institucionais entre os países, especialmente no assunto presença e ação dos agentes do sistema financeiro e do Estado. As imperfeições e fricções nos mercados financeiros de economias emergentes são mais severas, o que pode ter grande influência na qualidade do financiamento e acesso das firmas e outros agentes de CT&I ao capital destinado ao gasto em P&D e outros itens necessários à inovação (ALAM; UDDIN; YAZDIFAR, 2019). Afinal, a inovação é moldada

pelas instituições e a mudança institucional de um país. Quanto a isso, as nações diferem com relação ao seu aparato institucional (JOHNSON, 2010).

O segundo diz respeito ao aproveitamento das políticas de inovação no Brasil. Segundo Araújo *et al.* (2012), os benefícios do acesso aos instrumentos de políticas de inovação na Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) pelas firmas estão documentados na literatura, sendo amparada por uma gama de políticas públicas, enquanto que, no Brasil, não existem evidências empíricas definitivas que comprovem que o acesso às políticas de inovação criem benefícios às firmas que recebem recursos financeiros estatais, como aqueles relacionados à exportação.

Assim, o objetivo principal da pesquisa é realizar uma análise de sensibilidade no tocante ao comportamento da economia brasileira quanto à variação em um dos componentes do valor adicionado, nesta Tese denominado estoque de capital de conhecimento (*knowledge capital*), representado pelo estoque de financiamento público à CT&I proveniente da remuneração do capital de conhecimento, este último oriundo dos recursos financeiros dos fundos setoriais de ciência e tecnologia. Especificamente, pretende-se analisar o comportamento dos agregados macroeconômicos e outras variáveis econômicas para o ano de 2017 no Brasil, como a produção, o investimento, a exportação e outras relativas à matriz de contabilidade social (MCS). Outros objetivos também fazem parte dessa pesquisa. Dentre eles: construir um referencial teórico para compreensão da relação entre finanças e inovação; estudar a constituição do sistema brasileiro de apoio à CT&I, com ênfase nos fundos setoriais, a fim de levantar quais as instituições atuantes no processo e os instrumentos disponíveis aos agentes de CT&I para fomentar o investimento em inovação.

A avaliação do efeito dos fundos setoriais na economia brasileira foi feita por meio de um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) com fechamento de longo prazo e estática comparativa. Isso se deve ao fato de os efeitos do financiamento à CT&I serem caracterizados como de longo prazo, assim como a própria maturação do investimento nessas atividades. Aliado a isso, dois cenários de análise econômica foram definidos: um otimista, em que o capital de conhecimento é elevado de acordo com um choque exógeno nominal; e outro pessimista, no qual o choque sobre o capital de conhecimento é negativo.

O modelo de EGC desenvolvido para essa Tese foi denominado de *Brazilian General Equilibrium Model with Sectoral Funds* – BRAGEMSF. Este modelo, desenvolvido a partir da estrutura teórica e funcional do modelo PHILGEM, desenvolvido por Corong e Horridge (2012), possui algumas modificações específicas para possibilitar o alcance do objetivo geral proposto.

O BRAGEMSF é formado pela matriz insumo-produto (MIP) e a matriz de contabilidade social (MCS) para a economia brasileira. Algumas modificações específicas foram realizadas em ambas as matrizes.

No modelo, os fundos setoriais foram incluídos como um fator produtivo no valor adicionado, denominado estoque de capital de conhecimento, formado pela própria remuneração dos fundos. A economia ainda conta com os fatores produtivos terra, trabalho e capital físico no valor adicionado.

Na MCS, os fundos foram incluídos como transferência, identificada na conta do investimento público do governo e na conta das empresas, ambas definidas como crédito e débito. O orçamento executado dos fundos setoriais foi de aproximadamente R\$ 208 milhões para o ano de 2017.

Espera-se contribuir com a literatura de finanças direcionadas à inovação no sentido de colocar em evidência a situação brasileira do financiamento e investimento público em CT&I. Essa motivação encontra respaldo na literatura empírica, pois, segundo Sasidharan, Lukose e Komera (2015) e Alam, Uddin e Yazdifar (2019), a maioria dos estudos empíricos sobre finanças e inovação é baseada em economias mais desenvolvidas, tanto economicamente quanto tecnologicamente. Portanto, o financiamento público em CT&I em mercados e economias emergentes, como o Brasil, não tem recebido a atenção merecida dos pesquisadores (BETARELLI JUNIOR *et al.*, 2020).

O ineditismo dessa pesquisa está amparado em duas constatações. Uma delas está baseada na inexistência de estudos brasileiros sobre os fundos setoriais que utilizem técnicas de equilíbrio geral computável para mensurar os efeitos desse tipo de investimento na economia. Apesar da existência de estudos sobre a eficácia dos fundos setoriais em fomentar a CT&I no Brasil (ARAÚJO *et al.*, 2012; MORAIS, 2008; GUIMARÃES, 2008; LUNA; MOREIRA; GONÇALVES, 2008; PEREIRA, 2005; SÁ, 2005), nenhum deles realizou uma análise sistêmica como a proposta nesta Tese. Desse modo, a abordagem de EGC é um instrumental totalmente novo no estudo dos fundos setoriais, pois considera a influência dos recursos dos mesmos sobre a economia brasileira do ponto de vista do valor adicionado e da transferência de investimento público do governo.

A segunda constatação se refere ao contexto da utilização da matriz de contabilidade social em um modelo EGC para este estudo, especificamente as transferências do investimento do governo às empresas, para representar o investimento monetário em CT&I que é direcionado aos setores que recebem esses aportes. Essa abordagem difere da modelagem de alguns estudos sobre o tema inovação e equilíbrio geral (DIAO; ROE, 1996;

ZÜRN, 2007; GARAU; LECCA, 2008; BOR *et al.*, 2010; BYE; FAEHN; GRÜNFELD, 2011; KRÍSTOVÁ, 2012; HONG *et al.*, 2014; PIO, 2016; ZAWALINSKA; TRAN; PLOSZAJ, 2019; BAHIA, 2019), cujos autores utilizaram diferentes abordagens para o investimento em P&D. Nesta Tese, por outro lado, há a conjugação da modelagem dos fundos setoriais como integrantes da formação de capital da economia brasileira e como transferência na modalidade investimento público em inovação.

Os resultados de longo prazo do modelo BRAGEMSF mostraram, no cenário otimista, que o aumento no estoque de capital de conhecimento via financiamento da CT&I no Brasil pelos fundos setoriais gera uma melhora nas condições econômicas nacionais, com o aumento da produção, dos salários reais e do PIB, do investimento, do emprego e da exportação, especialmente nos setores mais intensivos em tecnologia no que se refere ao investimento setorial. Neste cenário, com relação à MCS, as transferências reais dos fundos para as empresas são positivas e superiores às transferências das empresas para os fundos. Isso acaba gerando oportunidades de investimento em CT&I através do financiamento proveniente desse instrumento de política pública de apoio à inovação, quando há a propensão à produção de mais unidades de capital de conhecimento na economia brasileira.

Por outro lado, quando esse financiamento é reduzido na economia, em um cenário pessimista, há uma inversão dos ganhos obtidos no cenário otimista, com queda no PIB e nas outras variáveis citadas. Além disso, no cenário pessimista, há uma redução da transferência real de recursos financeiros das empresas para o governo para a formação do capital dos fundos setoriais. A contrapartida do governo para as empresas, por sua vez, apresentou maior queda com relação à contribuição das empresas. Isso indica que a disponibilização de recursos financeiros à CT&I torna-se comprometida. Esse comprometimento prejudica a absorção, o desenvolvimento tecnológico e a mudança técnica na economia brasileira.

Esta Tese está dividida em mais cinco capítulos, além desta introdução: o segundo capítulo reúne o arcabouço teórico acerca da inovação e suas formas de financiamento, além de uma subseção dedicada especialmente à sua relação com o desenvolvimento econômico; o terceiro capítulo versa sobre o sistema financeiro brasileiro, os marcos legais de apoio à CT&I no país e especifica os fundos setoriais de ciência e tecnologia e as particularidades de cada um; o capítulo quatro apresenta a estrutura metodológica da tese; o capítulo cinco contém a apresentação dos resultados obtidos a partir do fluxo financeiro dos fundos e das simulações realizadas no modelo BRAGEMSF; e, por fim, são apresentadas as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo trata, em um primeiro momento, da caracterização da inovação e sua relação com o desenvolvimento econômico. No segundo momento, a abordagem teórica privilegia a compreensão da relação entre inovação e seu financiamento, conjugando determinados conceitos, como sistemas financeiros, financiamento externo à inovação e, inserido nessa perspectiva, o financiamento público.

2.1 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE INOVAÇÃO E SEU FINANCIAMENTO

Nas economias modernas e industrializadas, o insumo fundamental é o conhecimento, e o principal processo é o aprendizado (LUNDVALL, 2010). Em um mundo com fluxos ininterruptos de informações e oportunidades de investimento produtivo, possuir meios de tratá-las e utilizá-las eficientemente possibilita alavancar as capacidades tecnológicas nacionais e aumentar o crescimento econômico. Além disso, é preciso saber que a informação é culturalmente processada.

No entanto, a trajetória de informações, conhecimento², aprendizado, capacidades tecnológicas não é um processo linear ou pouco complexo. Há diferentes tipos de aprendizado, os quais envolvem níveis distintos de interação social. Assim, o aprendizado é um processo social (JOHNSON, 2010). Sendo social, é também dinâmico, caracterizado por *feedbacks* e reprodução. Tudo isso: dinamicidade, sociabilidade, criação de capacidades e oportunidades tecnológicas e mercadológicas, são moldados pelo conjunto institucional da economia nacional, a qual também é influenciada pelos eventos econômicos externos.

Muitas vezes na literatura há certa confusão entre os conceitos de tecnologia, técnica, invenção e inovação. Segundo Tigre (2006), a tecnologia é como um “guarda-chuva”, a qual abarca, conceitualmente, técnicas, que se traduzem na aplicação de conhecimentos de novas combinações ou recombinações de insumos produtivos em produtos, processos e arranjos organizacionais. Assim, a tecnologia seria uma organização “saber-fazer”, representado pelas técnicas.

² O conhecimento, por meio do aprendizado, utilizado na produção é denominado tecnologia. O produto científico gerado pela aplicação desse conhecimento chama-se invenção. E a introdução desse produto científico na economia, dotado de conhecimento produtivo novo, é conhecida como inovação. Desse modo, o aparato institucional nacional afeta tanto os insumos para produção de inovação quanto à própria inovação. As instituições nacionais possuem um grande impacto na mudança técnica (JOHNSON, 2010).

A invenção relaciona-se com a criação inédita de um processo, técnica ou produto. No entanto, não goza de uma aplicação econômica e comercial efetiva. A inovação, por sua vez, significa a aplicação comercial de uma invenção. Portanto, a invenção é precursora da inovação, assim como as técnicas dependem da tecnologia para serem eficazmente úteis.

Em um horizonte sistêmico, a atividade inovativa ou processo inovador em si corresponde a

“um conjunto de processos de busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, novos processos e novas técnicas organizacionais” (DOSI, 1988, p. 222).

Desse modo, compreende-se a inovação³ como o esforço de pesquisa científica, mudança e aprimoramento técnico, processos de tentativa e erro, conhecimentos mercadológicos e relações entre produtores e usuários. Tudo isso sendo possível por certa harmonia entre as instituições envolvidas no processo⁴, tendo a firma como elemento central na transformação de insumos em inovação e progresso técnico (SBICCA; PELAEZ, 2006).

Há um consenso na literatura de que a inovação é um dos elementos mais importantes (muitos estudos definem como o principal) para a determinação do crescimento do produto, da produtividade e da competitividade nacionais no longo prazo (LUNDVALL, 2010; GORODNICHENKO; SCHNITZER, 2013; SASIDHARAN; LUKOSE; KOMERA, 2015; ISAKSSON; SIMETH; SEIFERT, 2016; BROWN; MARTINSSON; PETERSEN, 2017; ALAM; UDDIN; YAZDIFAR, 2019; AYALEW; XIANZHI; HAILU, 2019). Se a inovação é tudo isso, quais são os requisitos para uma nação ser bem-sucedida em termos inovativos?

O sucesso de um país em produzir inovações depende da combinação de diversos fatores, como: pesquisa de alta qualidade; instituições que apoiem o avanço técnico; habilidades de gerenciamento adequadas nas firmas; competitividade internacional; produtividade setorial e taxas de crescimento do produto (ARCHIBUGI; PIANTA, 1998). Lundvall (2010) ainda inclui nessa lista: organização interna das firmas; relações interfirmas; papel do setor público; arcabouço institucional do sistema financeiro; e intensidade e organização da P&D nacional.

³ Sbicca e Pelaez (2006) definem inovação como “como um processo no qual as firmas apreendem e introduzem novas práticas, produtos, desenhos e processos que são novos para elas.”

⁴ Essas instituições referem-se tanto a instituições físicas, como institutos científicos e tecnológicos, como a regras, rotinas e melhores práticas na perseguição do objeto de inovar. Isso será evidenciado nos parágrafos seguintes.

Outros elementos que podem ser citados como relevantes para impulsionar o esforço inovativo nacional são: as universidades e os centros públicos e privados de pesquisa; o marco legal que regulamenta as atividades inovativas e inter-relacionadas a elas; a política macroeconômica, atentando para taxas de juros e cambiais, as quais podem levar a regimes benignos e malignos para a inovação do país (COUTINHO, 2005). Todos esses fatores atuam como determinantes das capacidades tecnológicas domésticas, que terminam por afetar o desempenho econômico nacional em termos de inovação, produtividade, crescimento e desenvolvimento.

Porém, por que as nações diferem em termos de esforço científico e tecnológico e produção de inovações? Porque os fatores essenciais e que compõem a rede ou sistema de apoio à inovação nos diversos países não estão presentes de maneira igualitária ou homogênea entre eles. Isso acaba resultando em diferenças substanciais na quantidade, na natureza e na trajetória das inovações produzidas (ARCHIBUGI; PIANTA, 1998).

Segundo Fagerberg (2013), tanto a invenção quanto a inovação são um processo contínuo. Elas ocorrem particularmente nas firmas. Para passar de uma invenção para uma inovação, uma firma deve estar apta a combinar diversos tipos de conhecimento, capacidades, habilidades e recursos. Para que isso possa ser combinado e operacionalizado, pode requerer que a firma capte e utilize outros tipos de conhecimento produtivo, habilidades, facilidades e conhecimento de mercado. Pode-se necessitar ainda de um sistema de distribuição que funcione bem, além de recursos financeiros suficientes, entre outros.

Geralmente, no contexto econômico mundial, a firma realiza a combinação de insumos produtivos direcionados à inovação via tecnologia, a qual é operacionalizada por meio da P&D⁵. O departamento de P&D é o coração da firma engajada em esforços inovativos (NELSON, 2006). Os recursos aplicados em P&D, notadamente em cientistas e engenheiros, é que proporcionam o grau de comprometimento da firma com o produto da inovação. As inovações individuais, mais numerosas a partir da Revolução Industrial, são raras atualmente, praticamente desde o fim da Segunda Guerra Mundial, com as nações tomando consciência de que inovações mais proeminentes só seriam alcançadas por meio de equipes ou times de pesquisadores alocados dentro das firmas, com o apoio bastante importante das universidades e demais instituições de pesquisa.

⁵ A P&D muitas vezes é confundida com a própria inovação, pois se refere aos processos de busca e seleção de técnicas e invenções que poderão culminar com a obtenção de um produto ou processo inovativo. Neste estudo, a P&D é considerada o principal meio pelo qual a firma se utiliza para inovar (OCDE, 2020).

Os investimentos em P&D das firmas são afetados por fatores internos e externos. Dentre os internos, pode-se relacionar: a lucratividade; o tamanho da firma; o grau de exposição aos mercados internacionais; o grau de diversificação das atividades; a idade da firma; a estrutura de propriedade; e a fatia de mercado dos negócios. Alguns fatores externos são: variação tecnológica setorial; concentração industrial; constituição do sistema nacional para suporte à atividade inovativa; grupos de pesquisa; estratégias de inovação⁶ ao nível micro e macroeconômico (ALAM; UDDIN; YAZDIFAR, 2019).

Uma inovação não depende apenas de uma invenção bem-sucedida para ser lançada na economia, no mercado a ela destinado. É necessário, para seu sucesso econômico, que a mesma permeie as relações econômicas dos agentes, que haja necessidade pelo novo produto ou processo. Para isso, a inovação deve ser difundida⁷. Aliado a isso, as características institucionais, como o financiamento à P&D empresarial e seus insumos acessórios e a própria estrutura industrial determinam a adoção de inovações (LA ROVERE, 2006).

A organização para a inovação é uma tarefa delicada. A inovação é um processo complexo. Fagerberg (2013) enumera três características intrínsecas à inovação. A primeira delas é a incerteza não substantiva⁸ que permeia os projetos de inovação. A segunda é a necessidade da firma ou do inovador mover-se rapidamente antes que alguém o faça, no intuito de capturar o prêmio econômico potencial advindo da novidade da inovação. A terceira é a prevalência da resistência ao novo ou inércia em vários níveis da sociedade, o que

⁶ As inovações podem ser divididas quanto à natureza e ao tipo. Quanta à natureza, essa compreende as inovações radicais e as incrementais. Melhorias contínuas em produtos e processos são caracterizadas como incrementais ou marginais. As inovações radicais traduzem-se na introdução de um novo equipamento ou processo de produção totalmente novo para o mercado, ou também pode ser significar uma revolução tecnológica, quando uma quantidade de inovações é lançada conjuntamente na economia, o que pode levar a um impacto de longo alcance (FAGERBERG, 2013). Complementando, Tigre (2006), ao relacionar ambas as naturezas, indica que a inovação radical atravessa os limites anteriores da incremental, promovendo um salto na produtividade da economia, ao proporcionar novas trajetórias para o surgimento de outras inovações incrementais. Afinal, segundo Fagerberg (2013), a realização dos benefícios econômicos das invenções radicais depende de uma série de melhorias incrementais em outros produtos e processos. Quanto ao tipo de inovação, essa é subdividida em processo, produto e organizacional. A inovação de produto se refere a um produto novo, com características, tais como *design*, qualidade, aperfeiçoamento de *layout* e outras funcionalidades. A inovação de processo se relaciona com formas de operação tecnologicamente novas ou aprimoradas, como novos métodos de produção ou aprimoramento dos anteriores, como manuseio, entrega ou comercialização. E, por fim, as inovações organizacionais são aquelas que acontecem geralmente na estrutura organizacional da firma, como relacionamento entre seus diferentes departamentos, especialização de trabalhadores, relacionamento com outras firmas e fornecedores, e outras técnicas de organização dos negócios da firma (TIGRE, 2006).

⁷ Em definição formal, a difusão é o movimento pelo qual a inovação atinge canais de transmissão entre os agentes de um sistema social ao longo do tempo. A difusão direciona a própria trajetória futura da inovação (TIGRE, 2006). Isso é importante, pois favorece novos processos de inovação, dado que o conhecimento cristalizado em produtos e processos pode ser utilizado por outras firmas para desenvolver outras inovações. Pode-se compreender, portanto, que a inovação é endógena às relações econômicas, e não pode ser entendida como algo fortuito ou ao acaso.

⁸ Incerteza não probabilística, ou seja, que não pode ser mensura como a probabilística, representada, por exemplo, pelo risco.

demanda energia à firma para superar possíveis falhas em seus projetos e tentar garantir seu sucesso.

Para superar essas falhas, as firmas podem recorrer a recursos externos, abrindo-se a novas ideias e soluções, pois, como a inovação é dependente da trajetória (*path-dependent*) tecnológica das rotinas da firma, do saber-fazer e do aprendizado, isso pode acabar gerando problemas como o *lock-in*, termo que designa um aprisionamento da firma em uma trajetória tecnológica, que pode ou não estar em decadência em um campo tecnológico específico (FAGERGERG, 2013). Assim, o processo de inovação supõe fontes externas de insumos, as quais são essenciais no fomento das atividades inventivas das firmas, tais como: fluxos externos de conhecimento por meio de transbordamentos de tecnologia (*spillovers*); colaborações interfirmas; e licenciamento tecnológico (ISAKSSON; SIMETH; SEIFERT, 2016).

O processo de inovação – seu início, sua direção e sua sustentação – demanda um número significativo de recursos financeiros internos ou externos à firma. A inovação é um processo bastante caro (CORDER; SALLES-FILHO, 2006; O’SULLIVAN, 2013). Não são todas as firmas que podem manter a pesquisa e o desenvolvimento, aliados a outros insumos, como pessoal e treinamento, por muitos meses; talvez semestres ou anos. Segundo Christensen (2010), os custos de P&D cada vez mais crescentes para o desenvolvimento de novos produtos, e os ciclos de vida cada vez mais curtos para produtos de alta tecnologia pressionam a estrutura financeira das firmas, sobretudo em relação ao pagamento de proventos e bonificações a cientistas, engenheiros e técnicos envolvidos no processo inovativo. Cientistas e engenheiros altamente educados respondem por 50% ou mais dos gastos em P&D das firmas inovativas (HALL; LERNER, 2010).

Isso faz com que o dispêndio em inovação seja um tipo bastante particular de investimento, assim como a relação entre o investidor que disponibiliza o crédito externo para inovação e a firma que necessita dele. Isso será tratado na seção a seguir.

2.2 INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

A relação entre inovação e desenvolvimento econômico é, ao mesmo tempo, multifatorial e complexa, abrangendo muitos campos de estudo, que podem variar de acordo com as concepções de inovação, tecnologia e desenvolvimento (PORCILE; ESTEVES; SCATOLIN, 2006). Essas características, ao invés de dificultar a análise, acabam por ampliá-

la, favorecendo escopos distintos de pesquisa que são responsáveis por enriquecer a literatura econômica.

Dentre as várias definições de desenvolvimento, como a competitividade da economia, índices educacionais, nível de saúde, salário e previdência, transportes, comunicações e o bem-estar de uma sociedade em geral, uma das mais relevantes na literatura é o crescimento econômico e a criação de riqueza (SAVIOTTI, 2005). Portanto, o crescimento econômico muitas vezes é considerado como o principal motor do desenvolvimento, sendo muitas vezes adotado como o próprio desenvolvimento, pois os frutos do crescimento, geralmente distribuídos socialmente, beneficiam países desenvolvidos e em desenvolvimento⁹.

Os economistas reconheceram, há bastante tempo, a relevância do investimento em CT&I na produtividade e no crescimento econômico sustentado de longo prazo (ARCHIBUGI; PIANTA, 1998; GITTLEMAN; WOLFF, 1998; RODRÍGUEZ-POSE, 1999; BILBAO-OSORIO; RODRÍGUEZ-POSE, 2004; NELSON, 2006; FREEMAN; SOETE, 2008; HASAN; TUCCI, 2010; VERSPAGEN, 2010; BAYARÇELIK; TASEL, 2012; CARAYANNIS; GRIGOROUDIS, 2014; MARADANA *et al*, 2017).

As teorias do crescimento, quais sejam, neoclássica, nova teoria do crescimento e neoschumpeteriana, acentuam o papel desempenhado pelo acúmulo de conhecimentos, da tecnologia e da inovação para o processo de crescimento econômico. De acordo com Bayarçelik e Tasel (2012), três fatores sustentam o crescimento econômico: a acumulação de capital¹⁰, representada por novos investimentos em terra, bens de produção e recursos humanos (especialização da força de trabalho); crescimento populacional com crescimento eventual da força de trabalho; e o progresso tecnológico, representado pelo avanço da CT&I no contexto desta pesquisa. Assim, o capital qualificado, o trabalho e o avanço da CT&I são as três principais fontes de crescimento das nações. Desse modo, a criação, difusão e aplicação do conhecimento produtivo constituem motores da expansão da atividade econômica. Grande parte desse movimento é realizada via investimentos em P&D, os quais elevam as chances de se aprimorar o padrão tecnológico de firmas, regiões, países, tornando possível maiores níveis de crescimento e de renda para os agentes econômicos situados em um território.

Se há ausência de inovações e mudança tecnológica, a produtividade marginal do capital torna-se declinante, mesmo com crescimento populacional, o que acarreta acumulação

⁹ Nesta Tese, portanto, o conceito de desenvolvimento está ligado ao crescimento econômico, e este, por sua vez, está relacionado ao crescimento da produtividade dos fatores de produção.

¹⁰ Segundo Szirmai (2012), a acumulação de capital é uma das fontes agregadas do crescimento econômico.

insustentável de capital no longo prazo. Assim, novas tecnologias e novas invenções, como novas máquinas e produtos intermediários, proporcionam a geração de novas oportunidades de investimento, fazendo com que a acumulação do capital possa prosseguir. Economistas das mais variadas escolas de pensamento sempre consideraram a inovação técnica como uma das fontes mais importantes do dinamismo das economias capitalistas (FREEMAN; SOETE, 2008).

A produção de CT&I tende a acelerar e aumentar a aquisição de novos meios de produção, como novas máquinas e equipamentos, favorecendo assim um aumento nos investimentos materiais. Esses novos investimentos, por sua vez, são capazes de fomentar ganhos de produtividade e uma nova gama de produtos diferenciados para o mercado. De acordo com o melhor aprimoramento dos produtos no mercado, esse aumento na variedade de bens e serviços gera uma receita adicional para os agentes econômicos, a qual cria demanda adicional para mais bens e serviços do que no estágio anterior de produção, propiciando ainda mais oportunidades de investimento e crescimento da produtividade, estabelecendo-se, portanto, um círculo virtuoso de crescimento e desenvolvimento econômico. Portanto, o aumento na variedade de produtos disponíveis no mercado é necessário para a continuidade do crescimento econômico de longo prazo (PIANTA, 1998; SAVIOTTI, 2005; FREEMAN; SOETE, 2008).

Segundo Hasan e Tucci (2010), as atividades de CT&I não influenciam somente a produtividade da economia, mas favorecem ainda o crescimento por meio de novas oportunidades de negócios e mercados, cujos efeitos são sentidos também na recombinação de insumos intermediários, no crescimento do emprego e no aumento da variedade de produtos. Os autores ainda pontuam que não somente o quantitativo de inovações importa na promoção do crescimento. A qualidade dessas inovações é um dos determinantes para o desenvolvimento econômico, na medida em que é capaz de fomentar maior valor agregado em produtos estabelecidos e novos e abre novos canais de relação entre os agentes econômicos.

Segundo Archibugi e Pianta (1998), a tecnologia contribui para o crescimento econômico nacional de duas maneiras. A primeira contribuição coloca a tecnologia como um fator responsável pelo desenvolvimento de vantagens competitivas baseadas em inovação, sendo, desta forma, um motor de desequilíbrio no crescimento econômico internacional. A segunda relaciona a tecnologia a um papel de equilíbrio na transmissão do *know-how* (fazer como) das nações pioneiras em inovação para nações imitadoras, permitindo a realização de *catch-up* pelas nações imitadoras. Assim, enquanto a primeira contribuição favorece uma

posição econômica distinta e divergente entre países, a segunda atua na convergência dos desempenhos econômicos nacionais.

Rodríguez-Pose (1999) afirma que o país que mais investe em desenvolvimento tecnológico é destinado a crescer em um ritmo superior ao crescimento verificável dos países vizinhos, não somente pelos efeitos dos retornos relacionados à CT&I, mas ainda pelos efeitos multiplicadores, pelas economias externas e de aglomeração potencialmente alcançadas por centros de inovação, e também pela capacidade de gerar e assimilar *spillovers* tecnológicos¹¹.

A CT&I é uma fonte de vantagem absoluta e de competitividade estrutural para um país. Trata-se de uma oportunidade para alterar o padrão das vantagens comparativas nacionais e, em última instância, como os insumos são combinados no contexto da produção, ou seja, o quão eficiente é a ciência e tecnologia na geração de inovações e de economias de escala e de escopo. Um país possui incentivos para buscar a mudança tecnológica, tais como: maior participação da produção doméstica no PIB mundial; restrições menores no balanço de pagamentos; maiores níveis de atividade econômica; aumento da produtividade por trabalhador; deslocamento de recursos produtivos para setores produtivos de maior valor agregado e eficiência alocativa; maior crescimento econômico (PIANTA, 1998; BAYARÇELIK; TASEL, 2012). Neste contexto, é de se esperar que os canais que ligam a CT&I ao crescimento econômico mudem de acordo com a intensidade tecnológica dos setores de cada país e das características econômicas e sociais nacionais.

Um questionamento que pode ser levantado diante do que foi apresentado sobre a relação entre tecnologia, inovação e crescimento econômico é como um país pode ser bem-sucedido em realizar inovações de qualidade e/ou de impacto? Não há uma resposta única a essa questão, dado o caráter complexo e multifacetado entre a tecnologia, inovação e crescimento (PIANTA, 1998). Porém, há elementos em comum que podem ser elencados para auxiliar na resposta.

O modo como os países se beneficiam da geração de inovações domésticas e também daquelas oriundas do exterior está atrelado, entre outros requisitos, ao nível geral de infraestrutura nacional, educação, capital humano, estoque de capital e aos próprios esforços nacionais na busca por desenvolvimento tecnológico e de inovações (ARCHIBUGI; PIANTA, 1998; NELSON, 2006). Ainda segundo Nelson (2006), governos, universidades

¹¹ Os transbordamentos tecnológicos, conhecidos como *spillovers*, são um resultado não intencional da atividade inovativa das firmas, oriundos das externalidades do processo inovativo. Para maiores detalhes acerca dos *spillovers* tecnológicos, ver Cameron (1996). Este autor menciona que os transbordamentos são uma componente importante do processo de crescimento econômico.

centros de pesquisa e laboratórios de P&D (públicos ou privados), feiras tecnológicas, entre outras iniciativas, têm um papel importante no processo de desenvolvimento técnico e científico.

Seguindo essa linha, Carayannis e Grigoroudis (2014) ressaltam que a cultura, a composição populacional e a tecnologia podem ser consideradas como “colas” mercadológicas, institucionais e socioeconômicas vinculadas entre si. Essas “colas” podem ser potencialmente catalisadoras e aceleradoras de interações e manifestações entre criatividade e inovação.

A dinâmica inovativa nacional no crescimento e dinamismo econômicos depende do tamanho e da estrutura econômica do país. Alguns fatores a observar são: a existência de protecionismo; a composição institucional; se a economia é orientada ao mercado ou é marcada por um estado intervencionista; as diferenças na natureza das tecnologias exploradas; a relação entre a P&D civil e militar com a inovação (PIANTA, 1998). A capacidade inovativa local, regional ou nacional, guardadas as devidas proporções, depende da densidade e da qualidade das interações sistêmicas, bem como da existência de fatores contextuais favoráveis à CT&I.

Nesta linha de raciocínio, Rodríguez-Pose (1999) defende que a propensão a inovar de uma região ou país depende de seu filtro social. Esses filtros são configurações sociais, institucionais e legais nas quais a atividade econômica ocorre, e apresentam um papel relevante na geração de inovações a partir do investimento em ciência e tecnologia por meio da P&D. Cada país possui um filtro social próprio e único, onde elementos inovadores e conservadores se misturam e coexistem. Esses elementos são influenciadores no favorecimento ou impedimento de sistemas de inovação bem-sucedidos. Rodríguez-Pose (1999), por meio de uma definição e análise de variáveis empíricas¹² relativas aos filtros sociais, classifica as nações como propensas e avessas à inovação (*prone societies* e *averse societies*).

As sociedades propensas à inovação são aquelas com capacidade de transformar uma quantidade maior de P&D em inovação, estimulando a atividade econômica e, por conseguinte, o crescimento. São sociedades pioneiras na adoção de inovações, possuidoras de um filtro social permeável (ou pouco resistente) à mudança tecnológica e à inovação, o qual

¹² Algumas variáveis são gastos em P&D, taxa de crescimento econômico (crescimento do PIB nacional), emprego em P&D, desemprego, migração, população estrangeira, densidade populacional, educação universitária, trabalho parcial e por tempo integral.

propicia inovações de produto e de processo. Essa permeabilidade contribui para maior flexibilidade e interação entre os agentes do processo produtivo (RODRÍGUEZ-POSE, 1999).

No sentido contrário, as sociedades avessas à inovação são caracterizadas por possuírem filtro social insensível ou pouco flexível à mudança. As firmas, instituições com potencial inovador e a sociedade em geral falham na transformação da P&D em inovação de produto e de processo e, conseqüentemente, não são capazes de agregar maior valor à produção e estimular o crescimento da produtividade, o que acaba afetando a atividade econômica e, portanto, o crescimento econômico. Nesse sentido, o investimento em ciência e tecnologia representado pela P&D apresentará retorno inferior àquele realizado em sociedades propensas à inovação (RODRÍGUEZ-POSE, 1999).

O estabelecimento de sociedades propensas ou avessas à inovação não acontece apenas por razões econômicas. A estrutura social nacional possui influência determinante na abertura doméstica à CT&I. Alguns fatores como a separação entre as esferas econômicas e sociais, rigidez do mercado de trabalho, escassez de força de trabalho qualificada, baixa participação feminina em trabalhos formais e o envelhecimento da força de trabalho parecem prejudicar o desenvolvimento da ciência e tecnologia e a absorção de inovações em ambas as sociedades (RODRÍGUEZ-POSE, 1999). Assim, os efeitos do investimento em P&D só poderão ser potencializados através de um conjunto de medidas políticas e sociais que visem à redução ou mesmo eliminação de gargalos estruturais de natureza econômica e social.

Na linha dos demais autores, Fagerberg, Srholec e Verspagen (2010) admitem a existência de controvérsias teóricas remanescentes em como CT&I afeta o desenvolvimento econômico. Uma delas se refere à atividade dos chamados setores de baixa tecnologia ou tradicionais, como têxtil, alimentação e bebidas, mineração, agropecuária e produção de papel e celulose, por exemplo. Os autores pontuam que esses setores não podem ser desconsiderados da avaliação da atividade nacional de CT&I, pois é bastante provável que muitas inovações possam ocorrer nesse tipo de indústria, sendo seus efeitos econômicos consideráveis.

Fagerberg, Srholec e Verspagen (2010) pontuam que, para escapar de uma situação de baixo desenvolvimento econômico, firmas, indústrias, regiões e países devem investir na formação de várias capacidades para alavancar a produtividade de longo prazo baseada na CT&I, com medidas valendo para países desenvolvidos quanto para aqueles em desenvolvimento. A construção dessas capacidades é influenciada por fatores de longo prazo relacionados à história, geografia ou natureza do país. Alguns conceitos de capacidade especificados pelos autores com foco na teoria do desenvolvimento são capacidade social,

capacidade absorptiva e capacidade tecnológica. Portanto, a exploração nacional adequada e bem-sucedida do progresso tecnológico para o desenvolvimento depende da habilidade do território em gerar as capacidades necessárias para que isso aconteça¹³.

As capacidades sociais são aquelas que os países periféricos ou em desenvolvimento devem desenvolver para conseguirem se aproximar da fronteira e da complexidade tecnológica dos países centrais ou desenvolvidos, no movimento de *catching-up*. Algumas capacidades a melhorar naqueles países são a educação, sobretudo a educação técnica, e a infraestrutura de negócios, incluindo o sistema financeiro e o ambiente de negócios. Mais especificamente, o conceito de capacidade social inclui: i) habilidades técnicas relativas ao nível educacional; ii) experiência em organização e gerenciamento de firmas grandes; iii) instituições e mercados financeiros capazes de captar e mobilizar capital de investimento e crédito em larga escala; iv) honestidade e confiança; v) estabilidade governamental e o papel do Estado em definir regras efetivas para promover o crescimento econômico (FAGERBERG; SRHOLEC; VERSPAGEN, 2010).

O conceito original de capacidade absorptiva refere-se à habilidade nacional de absorver novos investimentos de forma geral, sem distinção clara entre aqueles relativos ao capital físico ou à CT&I. No tocante ao desenvolvimento, esse conceito se expandiu na medida em que incorporou a habilidade de absorção de conhecimento, bastante presente nas teorias do crescimento (FAGERBERG; SRHOLEC; VERSPAGEN, 2010). De acordo com Rostow (1980), o crescimento econômico depende da taxa de absorção de conhecimentos relevantes, sejam eles estabelecidos ou por desenvolver. A taxa de absorção, por sua vez, é dependente da presença de capital e trabalho qualificados.

Sobre a capacidade tecnológica, esta pode ser definida como o uso efetivo do conhecimento em CT&I para assimilar, usar, adaptar e alterar as tecnologias existentes, permitindo a expansão da fronteira tecnológica e o desenvolvimento de novos produtos e processos. A capacidade tecnológica não envolve apenas o esforço em P&D, mas também outras capacidades para a exploração comercial da tecnologia (FAGERBERG; SRHOLEC; VERSPAGEN, 2010). O objetivo da CT&I não deve ser um fim em si mesmo, mas esta precisa ser orientada ao mercado a fim de fazer com que novos produtos e serviços sejam ofertados de acordo com a necessidade dos agentes econômicos. Esse movimento é capaz de estimular, conjuntamente a outras políticas, o crescimento da produtividade por trabalhador e

¹³ A nova teoria do crescimento, representada por autores como Paul Romer e Robert Lucas, por exemplo, destaca, ao analisar alguns dos tópicos relacionados às capacidades nacionais, a importância e o papel das instituições e a política para o desenvolvimento tecnológico e econômico (FAGERBERG; SRHOLEC; VERSPAGEN, 2010).

o crescimento do PIB, geralmente utilizado por vários autores como indicador de crescimento econômico (BILBAO-OSORIO; RODRÍGUEZ-POSE, 1999; MARADANA *et al*, 2017).

Acerca da capacidade tecnológica nacional, Lall (1992) elenca três aspectos a serem considerados na categorização da mesma: i) a habilidade de captar e usar eficientemente recursos financeiros; ii) a existência de habilidades obtidas via competências técnicas e treinamento de gestão; iii) e o “esforço tecnológico nacional”, o qual está associado a variáveis como P&D, patentes e pessoas qualificadas em ciência e tecnologia. Além disso, a capacidade tecnológica nacional não depende apenas dos esforços em CT&I realizados domesticamente. Depende ainda de insumos em CT&I advindos do exterior, que podem ser obtidos por meio de quatro canais principais de transferência de tecnologia: investimento direto estrangeiro (IDE); importação de bens de produção (comércio exterior), migração; e licenciamento tecnológico.

Dentre os elementos constituintes da capacidade tecnológica nacional, está a capacidade de investimento. Esta é necessária para fomentar a adoção de novas facilidades produtivas e o ajustamento de projetos produtivos e em CT&I para se adequarem às mudanças no perfil do investimento disponível. É notório que não há gasto em CT&I sem investimentos customizados e direcionados a este fim (FAGERBERG; SRHOLEC; VERSPAGEN, 2010). Portanto, trata-se de uma capacidade patente a ser desenvolvida notadamente em países em desenvolvimento, como o Brasil.

Torna-se sugestivo conceber que o investimento em CT&I anda lado a lado com o crescimento econômico. Esse pensamento é parcialmente verdadeiro, especialmente por duas razões.

A primeira é que, além de ser distinta entre setores, regiões e países, a relação entre a CT&I e o crescimento é dependente do contexto no qual é examinada. Ela pode variar em períodos de crescimento sustentado quanto de recessão (PIANTA, 1998), sendo que em alguns países o investimento em CT&I pode levar a um crescimento mais lento ou subótimo (FREEMAN; SOETE, 2008), desde que os requisitos para seu aproveitamento não estejam presentes, como capacidades nacionais e filtros sociais insatisfatórios.

A segunda se refere à causalidade entre ambos. Segundo Maradana *et al* (2017), há possibilidades de causalidade unidirecional e bidirecional, além de ausência de causalidade entre a CT&I e o crescimento.

Na causalidade unidirecional, há duas possibilidades: a CT&I pode induzir o crescimento, sendo esta forma de causalidade denominada hipótese do seguimento da oferta; e o crescimento pode estimular a CT&I, de acordo com a hipótese de seguimento da demanda.

Na causalidade bidirecional, tanto a CT&I quanto o crescimento econômico são retroalimentados, no que foi denominada hipótese de *feedback*. Por fim, na hipótese de neutralidade entre ambos, tanto a CT&I quanto o crescimento não possuem efeitos entre eles (MARADANA *et al*, 2017).

Portanto, resumidamente, a produtividade da economia e a taxa de crescimento econômico de um país estão intimamente ligadas à sua habilidade de inovar e se esta última é bem-sucedida ou malsucedida (ARCHIBUGI; PIANTA, 1998).

Contudo, a habilidade a inovar ou a produção de CT&I de um país está intimamente relacionada à sua capacidade de investimento. Ora, essa capacidade só pode ser desenvolvida e alcançada por meio da presença de condições específicas que favoreçam o contato entre agentes econômicos ofertantes e demandantes de recursos financeiros. Essas condições e suas particularidades serão exploradas na seção e subseções a seguir.

2.3 A INOVAÇÃO E SEU FINANCIAMENTO

De acordo com Melo (2009) e O'Sullivan (2013) resta ainda muito esforço de pesquisa para contextualizar teoricamente a relação entre inovação e finanças. Economistas contemporâneos têm largamente negligenciado a relação entre finanças e inovação, especialmente a alocação de recursos para prover o financiamento das atividades concernentes ao processo inovativo em suas mais diversas etapas. A grande atenção desses economistas, mesmo após o trabalho seminal de Schumpeter sobre esse tema¹⁴, repousou sobre a caracterização do processo inovativo, ou seja, em pontos como natureza do processo, arcabouço institucional, contribuição científica, canais de difusão, paradigma técnico econômico de produção, entre outros. Assim, uma pergunta cabível nesse contexto é: como as firmas financiam todo esse investimento requerido pelo processo inovativo?

Partindo da premissa de uma relação positiva entre finanças e inovação (FOMBANG; ADJASI, 2018), Schumpeter foi um dos primeiros economistas a levantar a importância do crédito no processo inovativo (CHRISTENSEN, 2010). Segundo Schumpeter (1982), o crédito seria necessário apenas ao empresário para que esse adquirisse fontes de insumos e bens de produção, aplicáveis ao processo produtivo. Com isso, o desenvolvimento industrial seria estimulado pela criação de crédito e, por conseguinte, o desenvolvimento econômico.

¹⁴ O trabalho seminal referente é Teoria do Desenvolvimento Econômico, publicada originalmente em 1911. Entretanto, Schumpeter acaba abordando o tema do financiamento em outros escritos posteriores.

Esse crédito, denominado poder de compra, é criado primordialmente pelo capital bancário, instituição mais comum em termos de intermediação financeira no início do século XX.

Antes de tudo, é necessário ter em mente que as firmas podem usar de fontes distintas de financiamento de seus projetos de inovação. Essas fontes podem ser internas e externas. Segundo Melo (2009), esses tipos se dividem em quatro formas:

- i) autofinanciamento ou reinvestimento de lucros retidos;
- ii) capital acionário, via emissão de ações;
- iii) emissão de títulos financeiros, como debêntures;
- iv) capital bancário ou de outro agente emprestador, como capitalistas de risco ou anjos dos negócios.

Os itens ii e iii referem-se a tipos de financiamento direto, pois as firmas tomam recursos diretamente para com o público, sem intermediação bancária. Já o item iv se traduz em uma forma de financiamento indireto, dependente da intermediação financeira de bancos, fundos de investimento e pensão, e investidores individuais. Segundo Melo (2009), a utilização de cada uma das fontes e sua participação no capital da firma depende do desenvolvimento histórico e institucional da relação entre os sistemas financeiro (aquele que disponibiliza os recursos) e industrial (aquele que os demanda). Apesar disso, O'Sullivan (2013) pontua que as firmas intensivas em P&D e inovação tendem a basear seus investimentos em fundos internos para financiar seus projetos.

Os tipos mencionados anteriormente correspondem às ações de captação de financiamento inerentes às firmas para levantarem capital destinado à inovação e à produção no sistema financeiro da economia. Todavia, o capital público, oriundo de aportes financeiros diretos ou renúncia fiscal por meio do Estado, também é um forte aliado do investimento em inovação em todos os países, ao destinarem-se tanto a programas nacionais específicos de desenvolvimento estratégico quanto a firmas que não teriam condições de captar recursos nos mercados financeiros, especialmente aquelas que são pequenas, como *startups* e outras firmas de base tecnológica.

Desse modo, a inovação ao nível da firma e, no contexto nacional, é influenciada pelo tipo de sistema financeiro existente no país, pelas particularidades do próprio financiamento da inovação e pela presença do Estado. Christensen (2010) destaca essa questão, ao pontuar que há uma diferenciação dos países quanto ao uso de capital interno e externo à firma,

levando ao argumento de que as dissimilaridades entre os sistemas financeiros de cada país devem ser levadas em conta no estudo e compreensão do financiamento à inovação.

2.3.1 Particularidades intrínsecas ao financiamento à inovação

Tratando-se das particularidades intrínsecas ao próprio financiamento à inovação¹⁵, faz-se necessário saber que o investimento em P&D e inovação não são como os investimentos ordinários em máquinas e equipamentos, ou seja, ativos tangíveis. A inovação é permeada de incerteza, pois o tempo de maturação dos investimentos realizados é longo, expondo a firma e o agente financiador a maiores riscos (CORDER; SALLES-FILHO, 2006; CHRISTENSEN, 2010).

A incerteza nos projetos de inovação tende a ser superior nos estágios iniciais processo inovativo, na concepção do problema de pesquisa e na disponibilidade dos recursos destinados a começar o projeto. Essa incerteza não pode ser simplesmente especificada por meio de uma distribuição de probabilidades com uma média e uma variância. Portanto, é não-probabilística, do tipo “*knightiana*”, dada a natureza do processo de inovação. Além disso, as formas de resultados possíveis não são claras, como em uma máquina que foi adquirida para produzir tal componente ou produto (HALL; LERNER, 2010; MAZZUCATO, 2013; KERR; NANDA, 2015). Mazzucato (2013) define a incerteza inerente à inovação como uma aposta no futuro. Porém, a maioria dessas apostas acaba falhando, o que torna o investimento em inovação algo não trivial para a maioria dos economistas das finanças.

Além da incerteza, as firmas procuram suavizar os dispêndios em inovação ao longo do tempo. Os motivos para isso são: a possibilidade da saída de capital humano da firma, pela mobilidade do pessoal envolvido na P&D e processos correlacionados; e o impacto de mudança que essa mobilidade de pessoal tem sobre os custos de capital da firma, levando ao gasto em P&D da firma se comportar como se possuísse custos altos de ajustamento (HALL; LERNER, 2010).

Segundo Kerr e Nanda (2015), outras características da inovação são: é extremamente enviesada, reforçando o argumento de Mazzucato (2013); a firma inovadora pode saber mais do projeto do que seu financiador, prejudicando a correta avaliação e mensuração da utilização dos insumos dentro do processo; firmas engajadas em inovação geralmente

¹⁵ Apesar de o autofinanciamento das firmas para a inovação receber influência da disponibilidade de financiamento externo, em maior ou menor grau dependendo do grau da relação desta com o mercado financeiro e à administração do capital de giro e das reservas patrimoniais da firma, as particularidades relatadas concernem à possibilidade de acesso às finanças externas.

apresentam um percentual elevado de ativos intangíveis, os quais não gozam de um mercado especializado para transações como os ativos tangíveis.

Esses ativos intangíveis são bastante relevantes para a firma, pois compõem a base tecnológica dela, que serve de trampolim para geração de outros processos de cunho inovativo e, como consequência, poderão ser geradores de lucros no futuro. Seguindo o raciocínio, essa base é mais tácita do que codificada, pois está atrelada às mentes dos indivíduos envolvidos diretamente no processo de P&D.

Outras características inerentes à inovação são: a informação assimétrica entre o investidor e a firma; o risco moral, pela separação entre a propriedade e direção da firma; e taxações fiscais e parafiscais que geram uma barreira entre finanças internas e externas¹⁶ (HALL; LERNER, 2010).

2.3.2 Sistemas financeiros e o financiamento à inovação

Há um interesse crescente na relação entre o desenvolvimento financeiro e o crescimento econômico (GUERRIERI; MILANA, 1998; UGHETTO, 2008; O’SULLIVAN, 2013; SASIDHARAN; LUKOSE; KOMERA, 2015; BROWN; MARTINSSON; PETERSEN, 2017).

O sistema financeiro influencia a decisão de produção das firmas e seus padrões de comercialização, afetando, portanto, a taxa do progresso tecnológico e a direção da inovação¹⁷. O sistema financeiro é extremamente necessário para a expansão da variedade de produtos de qualquer sistema econômico, portanto, uma parte vital para o processo inovativo, pois a expansão produtiva tem nele sua principal fonte. Considerando-se as características do financiamento à inovação, elencadas na seção anterior, notadamente incerteza e formação de ativos intangíveis, o sistema financeiro torna-se crítico para as firmas voltadas às atividades inovativas (AYYAGARI; DEMIRGÜÇ-KUNT; MAKSIMOVIC, 2011; GORODNICHENKO; SCHNITZER, 2013; O’SULLIVAN, 2013; JAVAID; SAVIOTTI, 2013; MAZZUCATO, 2013; BROWN; MARTINSSON; PETERSEN, 2017; AYALEW; XIANZHI; HAILU, 2019).

O sistema financeiro é um arranjo institucional com atores que operacionalizam a transformação de poupança e crédito em capital de investimento. Além disso, facilita a

¹⁶ Como não são relevantes para o foco desta tese, essas características não serão pormenorizadas.

¹⁷ Svaleryd e Vlachos (2005) encontram que as diferenças nos sistemas financeiros são as principais determinantes da especialização produtiva dos países da OCDE, mais até do que as distinções no estoque de capital humano.

proteção de ativos (*hedging*), redução e precificação de riscos de concessão de crédito. Os sistemas financeiros são caracterizados: pela divisão do trabalho entre as instituições; o grau de concentração e seu tamanho em relação ao sistema econômico; os mecanismos e canais usados no próprio sistema e sua relação com o setor empresarial, incluindo a estrutura de capital das firmas¹⁸ e seu grau de autofinanciamento (CHRISTENSEN, 2010; JAVAID; SAVIOTTI, 2013).

Quanto mais desenvolvido for o sistema financeiro, melhor para o espaço econômico nacional, pois muitas modalidades de financiamento são necessárias para incentivar o investimento não somente de ativos tangíveis, mas da P&D e de outros processos relacionados à inovação (CORDER; SALLES-FILHO, 2006).

Sobre esse ponto, quanto maior for a habilidade do sistema em promover e preservar relacionamentos entre investidores e firmas e garantir a difusão do conhecimento gerado a partir dessa interação, mais bem as instituições financeiras estarão estruturadas para apoiar inovações e a mudança técnica (CHRISTENSEN, 2010).

A qualidade das instituições do sistema financeiro mostra-se relevante na medida em que garante previsibilidade de recursos para investimento e possui canais para que esses sejam alocados eficazmente. Portanto, é importante que o sistema promova o investimento por meio de: incentivos e apoios em consultoria e relações interpessoais; criação de um ambiente de negócios estável; mitigação de custos de transação; e redução do risco e da incerteza (ALAM; UDDIN; YAZDIFAR, 2019).

Para obtenção dessa qualidade institucional, ou seja, para aumentar a eficácia da ação do sistema financeiro em uma economia, é importante que existam muitos canais informacionais, evitando assim a assimetria de informação. Além disso, seus atores devem estar munidos de relações efetivas sociais, culturais e de aprendizado, conjugadas com certa disposição de tomar riscos para realizar seleções bem-sucedidas de projetos de investimento, sejam em inovação ou não (CHRISTENSEN, 2010). Afinal, as instituições têm forte impacto sobre a mudança tecnológica (JOHNSON, 2010), em que até as inovações financeiras são retroalimentadoras do arcabouço institucional do sistema financeiro.

2.3.3 Características dos sistemas financeiros nacionais

¹⁸ A estrutura de capital, segundo Acs e Isberg (1991), é um dos determinantes da inovação ao nível da firma.

Segundo Christensen (2010), baseado no estudo de Zysman (1983), os sistemas financeiros podem ser divididos em dois critérios. O primeiro considera a relevância do sistema em captar recursos para poupança e transformá-los em investimento. O segundo realça o papel do governo naquele processo de intermediação financeira e a regulação dos sistemas. A nomenclatura do autor permite agrupar os respectivos sistemas nacionais em três categorias distintas:

i) *Market oriented system* (sistema orientado ao mercado), caracterizado pela alocação de recursos sob um mercado de capitais baseado em competição perfeita e pouca interferência governamental;

ii) *Credit based system* (sistema baseado no crédito), no qual as instituições financeiras, em sua maioria bancárias, intermediam poupança e investimento sob forte interferência governamental (controle e regulação).

iii) *Credit based system dominated by financial institutions* (sistema baseado no crédito dominado por instituições financeiras), em que há pouca intervenção governamental.

O modo como cada tipo ajuda a promover a geração e difusão de inovações e processos de conhecimento e aprendizado será especificado sinteticamente a seguir.

2.3.3.1 Sistema orientado ao mercado

Neste sistema, a alocação de capital é feita através das variações nos preços de fundos, e a passagem da poupança para o investimento é realizada por meio de um mercado de capital bastante competitivo.

As instituições intermediárias são especializadas, e as firmas tomam capital de longo prazo parcialmente via mercado de capital desenvolvido (possibilidade de emissão acionária pela firma). O papel dos bancos é limitado à cessão de capital de curto prazo ou ao estabelecimento de relações entre a firma e fundos que possam vir a serem parceiros em potencial.

Este tipo de sistema não proporciona relações bem estabelecidas entre investidores e firmas inovadoras, devido a alguns motivos como: falhas na comunicação entre os agentes econômicos, prejudicando a geração de relações duradouras, baseadas na confiança; há muita volatilidade do mercado de ações, não fomentando uma correta avaliação do risco dos tomadores de crédito pelos investidores; não é possível realizar a avaliação de um projeto

singular da firma, somente do desempenho total da firma, impedindo, desse modo, a formação de processos interativos de aprendizado entre as firmas e os fundos do mercado (CHRISTENSEN, 2010).

2.3.3.2 Sistema baseado no crédito e influenciado pelo governo

Neste tipo de sistema, o investimento de longo prazo é obtido por meio de mercados de empréstimos, nos quais alguns preços são tabelados de acordo com a autoridade monetária governamental. O governo age no direcionamento dos fluxos de capitais para áreas de maior prioridade econômica e com probabilidade de alavancar o crescimento nacional. Por isso, a importância relativa do mercado de capitais é pequena. Devido a essa pequena importância, não há comercialização forte de ações na economia.

Outra característica desse sistema é a aceitação do arcabouço institucional de regulação dos mercados financeiros. A confiança nas instituições e seu funcionamento são fundamentais, pois sem essa atribuição a estabilidade e eficiência das mesmas tenderiam a ser reduzidas (CHRISTENSEN, 2010).

2.3.3.3 Sistema baseado no crédito e dominado por instituições financeiras

As instituições financeiras influenciam os preços dos ativos de poupança e crédito sem dependência governamental. Neste caso, o papel do governo é bastante reduzido. Seu papel se trata apenas de estabelecer regras gerais e favorecer operações de mercado aberto.

Neste sistema, o mercado de ações possui importância também reduzida, e empréstimos e ações não são facilmente acessíveis às firmas.

Ademais, as redes de ligação entre firmas e a indústria é bastante forte. As firmas não são apenas grandemente dependentes do capital bancário, mas os próprios bancos possuem poder de voto naquelas (CHRISTENSEN, 2010).

Essa classificação dos sistemas financeiros pode ser resumida em alguns fatos estilizados, reunidos no Quadro 1.

Quadro 1 - Alguns fatos estilizados acerca dos sistemas financeiros

Tipo de sistema	Baseado no mercado de capital	Baseado no crédito com governo	Baseado no crédito com instituições
Grau de autofinanciamento	Alto	Baixo	Baixo
Papel dos bancos no financiamento	Pequeno	Grande	Muito grande
Laços entre indústria e finanças	Fraco, anônimo, padronizado	Forte, conhecido, não-padronizado	Forte, conhecido, não-padronizado
Modo de influência	Saída	Voz	Voz
Taxa débito/patrimônio	Baixa	Alta	Alta
Concentração de crédito mais propriedade	Baixa	Alta	Muito alta
Custo de capital	Baixo	Alto	Muito alto

Fonte: Christensen (2010).

Pelas características dispostas no Quadro 1, pode-se classificar, por exemplo, Estados Unidos e Reino Unido como sistemas orientados ao mercado de capital, com elevado desenvolvimento do mercado acionário. Japão e França podem ser considerados como pertencentes ao grupo de países baseados no crédito influenciado pelo governo. E a Alemanha geralmente atende aos fatos estilizados do sistema de crédito dominado pelas instituições.

Essa classificação é um meio interessante de se organizar os sistemas financeiros nacionais com relação às suas características intrínsecas. Entretanto, as diferenças entre eles não são totalmente perceptíveis em todos os países. Alguns países podem apresentar muitas características de um sistema, como o Japão em relação ao baseado na intervenção governamental, mas ter, ao contrário dos baseados em mercado de capital, menor custo de capital em relação ao investimento de P&D no período de uma década (CHRISTENSEN, 2010).

O Brasil pode ser classificado, dadas suas características marcantes de sistema financeiro, como sistema de crédito influenciado pelo governo. O governo brasileiro controla bem de perto as finanças dos bancos, a principal fonte de financiamento externo das firmas no país, por meio de depósitos compulsórios e taxas de redesconto significativas. Além disso, o custo de capital externo é alto no país, e a concentração industrial também é elevada, do ponto de vista do acesso ao crédito, pelo menos. Firms pequenas têm dificuldade no acesso ao crédito, mesmo que de curto prazo.

Por outro lado, alguns elementos são distintos dos fatos do Quadro 1. O grau de autofinanciamento das firmas inovadoras no Brasil, por exemplo, é elevado em todos os setores envolvidos nesse campo, de acordo PINTEC de 2017: 89% da P&D foi financiada através de recursos próprios das firmas que “implementaram produto e/ou processo novo ou substancialmente aprimorado” (IBGE, 2020). Os laços entre indústria e as finanças não são bem estabelecidos e fortes no país, dado que a maior parte das firmas do país é composta de micro e pequenas empresas.

É bem documentado empiricamente na literatura o fato de que pequenas firmas inovadoras têm dificuldade de acesso a finanças externas, ou seja, sofrem de restrições financeiras, diferentemente das firmas maiores, que são menos afetadas pelo mesmo problema (UGHETTO, 2008; AYALEW; XIANZHI; HAILU, 2019). Firmas que enfrentam fricções e restrições financeiras no acesso externo a financiamento apresentam dificuldades no engajamento de caminhos inovativos (FOMBANG; ADJASI, 2018).

2.3.4 Tipos de financiamento à inovação

Antes de passar aos tipos de financiamento possíveis, torna-se necessário ter em mente que não há, dentre todos os meios internacionais de financiamento à P&D e inovação, um consenso sobre qual tipo é o melhor. Na verdade, segundo Allen e Gale (1999), a predominância de apenas um tipo de financiamento em toda a economia, seja ele no mercado de capitais ou via intermediação financeira, tende a gerar resultados subótimos em termos de resultado da inovação. Cada nação possui suas particularidades, desde a formação de seu setor industrial e seu sistema financeiro ao contato entre ambos e o papel do Estado no processo. Existem dificuldades para alinhar os interesses do capital produtivo e o privado, que podem minar projetos promissores de inovação (CORDER; SALLES-FILHO, 2006). É preciso compreender que, caso a firma não consiga realizar um projeto inovativo apenas com recursos internos, há dois resultados possíveis: ela pode desistir e não levar o projeto adiante; ou demandará capital externo para viabilizá-lo. O corpo diretivo da firma sabe que sem investimento não há inovação (SICSÚ; ALBUQUERQUE, 1998).

Sobre isso, algumas considerações devem ser feitas acerca do estado econômico das firmas envolvidas em inovação no contexto de um espaço econômico nacional.

As indústrias ou setores apresentam diferenças significativas nas interações competitivas entre as firmas que as compõem. Somado a isso, as firmas possuem distinções no relacionamento com seus fornecedores e consumidores. Isso permite considerar que essas

características influenciam no tipo e no montante de investimento necessário para que a P&D e outras atividades acessórias sejam realizadas. Portanto, características setoriais são decisivas para a alocação de recursos à inovação. Por outro lado, essa relação entre indústria, finanças e inovação pode variar ao longo do tempo dentro de um mesmo setor industrial: as características das firmas que demandam recursos, as fontes de financiamento e os próprios arranjos financeiros para inovação podem mudar durante a passagem do tempo, quando novos canais de comunicação entre finanças e inovação são passíveis de criação (O’SULLIVAN, 2013).

Dentre as formas de financiamento à inovação, as firmas podem recorrer a dois tipos de capital: o interno e o externo. O interno se baseia, notadamente, em retenções de lucros de exercícios anteriores, originárias do fluxo de caixa. O externo, no entanto, é mais complexo e, dada a estrutura de capital da firma inovadora e os fatos estilizados do sistema financeiro nacional, pode depender, no lado privado, de empréstimos junto a instituições financeiras de intermediação, como bancos, ou mercado de capitais, investidores institucionais ou ainda investidores independentes, como os anjos dos negócios. No lado público, de programas específicos de apoio à inovação e à P&D, como redução no imposto de renda, créditos subsidiados, fundos setoriais, subvenção econômica, entre outros.

Outro ponto a se destacar é o tamanho da firma e seu tempo no setor econômico-industrial ao qual pertence. As grandes firmas, geralmente, possuem maior facilidade para obtenção de recursos externos, assim como possuem fluxo de caixa suficiente para engajamento por um maior período de tempo em um projeto de inovação, ou seja, apresentam condições mais favoráveis de autofinanciamento. Assim, são menos sujeitas a restrições financeiras e racionamento de crédito (UGHETTO, 2008). Oferecem ativos como garantias (colaterais) na celebração de contratos de empréstimo, pois possuem tempo considerável de atividade no setor econômico ao qual pertencem. Essas condições favorecem a tomada de recursos com menores riscos, o que influencia diretamente no custo de capital, que também se torna menor para esse tamanho de firma.

No entanto, firmas de base tecnológica intensivas em P&D, notadamente pequenas e jovens, possuem como característica importante o acesso mais difícil a capital externo (AYALEW; XIANZHI; HAILU, 2019). Isso é explicado pelo fluxo de caixa reduzido, geralmente não comportando, através do autofinanciamento, o montante necessário de recursos financeiros para sustentar um projeto de inovação. Essas firmas também não possuem ativos para colateral (garantia) para acessar financiamento externo com eficiência, pois contam com ativos intangíveis (capital humano de pesquisadores) em proporção maior

do que os tangíveis, estando mais sujeitas, dessa forma, à informação assimétrica (BAUM; SCHÄFER; TALAVERA, 2011; BARTOLONI, 2013). Além disso, geralmente não possuem boas práticas de governança corporativa e não possuem canais para compartilhamento de informação para proporcionar o monitoramento de seus dispêndios em inovação.

Essas características influenciam no custo de capital, que pode ser significativo para uma firma pequena ou jovem, com a magnitude dependendo da relação da mesma com o investidor. Assim, pode-se concluir que muitos projetos de inovação não são realizados ou seu número é limitado na economia, o que acaba afetando a produtividade e o crescimento econômico. Além disso, as firmas pequenas são significativas na contribuição do valor adicionado da economia em países em desenvolvimento (AYYAGARI; DEMIRGÜÇ-KUNT; MAKSIMOVIC, 2011). Assim, o financiamento à inovação é o canal pelo qual o sistema financeiro se relaciona com o desenvolvimento econômico.

2.3.4.1 *Financiamento interno*

Segundo Myers e Majluf (1984), Scellato (2007) e Ayalew, Xianzhi e Hailu (2019), as firmas estão sujeitas a uma hierarquia de preferência de fontes de financiamento com relação ao custo de capital. A teoria da hierarquia preferencial chama-se *pecking order*. Com efeito, as firmas tendem a preferir, nesta ordem: o autofinanciamento (recursos próprios); o débito pela concessão de crédito via intermediação financeira (endividamento); e a emissão de títulos da dívida ou ações (aporte de capital)¹⁹ (LUNA; MOREIRA; GONÇALVES, 2008).

O autofinanciamento é o modo de financiamento interno mais utilizado pelas firmas intensivas em P&D na promoção de práticas inovativas (SICSÚ; ALBUQUERQUE, 1998; UGHETTO, 2008; O'SULLIVAN, 2013; GORODNICHENKO; SCHNITZER, 2013; SASIDHARAN; LUKOSE; KOMERA, 2015).

Dentre as fontes utilizadas para prover recursos para o investimento em inovação estão retenções de lucros de exercícios passados, conforme demonstra Christensen (2010) para Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha, França e Japão. Em outros países a situação não é diferente: a maior parte das firmas de países africanos e asiáticos utiliza autofinanciamento no custeio de seus projetos de investimento em inovação (SASIDHARAN; LUKOSE;

¹⁹ Ayalew, Xianzhi e Hailu (2019) apresentam alguns artigos que confirmaram a hipótese da *pecking order theory* em firmas de países como Bélgica, Portugal e Alemanha. Bartoloni (2013) afirma que pequenas firmas italianas também organizam sua estrutura de capital de acordo com essa teoria.

KOMERA, 2015; AYALEW; XIANZHI; HAILU, 2019). Conforme visto anteriormente, o Brasil faz parte desse grupo.

As firmas, no contexto de seu fluxo de caixa, acabam provisionando parte de suas receitas contabilizadas para transformá-las em ativos direcionados ao investimento em P&D. Ativos monetários tornam-se, portanto, disponíveis para a constituição de ativos tangíveis e intangíveis, dependendo do tamanho da firma e de seu escopo inovativo.

Isso pode significar duas coisas: i) validade da *pecking order theory*, onde a firma busca realmente o menor custo de capital para investimento; ii) ou a ineficiência do sistema financeiro em prover financiamento a um custo acessível após a consideração de todos os riscos e avaliação de garantias, especialmente no tocante às firmas pequenas e jovens intensivas em tecnologia. Um sistema financeiro com uma estrutura de financiamento no mínimo adequada seria aquele que reduz os riscos de investidores e inovadores (SICSÚ; ALBUQUERQUE, 1998), atende critérios eficientes na alocação de capital e reduz as restrições de crédito (FAUCEGLIA, 2015).

2.3.4.2 *Financiamento externo*

Segundo Fauceglia (2015), uma pesquisa conduzida entre 2002 a 2005 apontou que para 30% das firmas de 102 países o acesso a recursos financeiros externos é o obstáculo mais importante para a expansão dos negócios. Posição compartilhada por Gianetti (2012), a qual afirma que os fatores financeiros, como fricções e racionamento de crédito, são inibidores da inovação na maioria das economias europeias. Gorodnichenko e Schnitzer (2013) encontraram que as atividades das firmas inovativas são influenciadas fortemente e negativamente por fricções financeiras, prejudicando a adoção de melhores tecnologias de produção. Esse fato, aliado às especificidades da inovação, indica a importância do acesso às finanças externas à firma para o investimento em P&D e atividades correlatas.

Essas especificidades²⁰ acabam proporcionando fricções e imperfeições de mercado na relação entre o sistema financeiro e as firmas interessadas em tomar recursos, e essas imperfeições acabam afetando as decisões de investimento das firmas. Firmas com capacidade inovativas mais elevadas tendem a enfrentar restrições financeiras para captar recursos para a inovação, fazendo com que as habilidades tecnológicas e produtivas das firmas sejam subutilizadas (MASKUS; NEUMANN; SEIDEL, 2012; BROWN;

²⁰ Ativos intangíveis, capital humano elevado, redução de garantias, assimetria de informação, risco moral, custos de agência, entre outras.

MARTINSSON; PETERSEN, 2017; PELLEGRINO; SAVONA, 2017; FOMBANG; ADJASI, 2018). A arquitetura do sistema financeiro tem papel crucial na facilitação do acesso ao financiamento (BAUM; SCHÄFER; TALAVERA, 2011).

Há dois tipos de financiamento externo: i) o originado no setor privado da economia por meio de bancos, grandes investidores institucionais (capital de risco), e anjos dos negócios; ii) aquele oriundo do setor público, o qual se divide em financiamento direto e indireto. Ambos apresentam particularidades intrínsecas, desde a natureza dos recursos, a fonte na qual são captados e seus modos de disponibilização ao público. Os dois tipos de financiamento tendem a conviver na economia (CHESNAIS; SAUVIAT, 2005). As particularidades do financiamento público serão expostas a seguir.

2.3.4.2.1 Financiamento público

O governo pode favorecer o aprendizado interativo e os processos de busca e seleção das firmas por meio de sua atuação como ente responsável por programas tecnológicos nacionais, políticas públicas de requisição de investimento em determinadas áreas produtivas, e compras públicas. Ademais, em termos de suporte ao dinamismo requerido pela produção industrial e de inovações, o governo tem à disposição um conjunto de elementos úteis para apoiar o progresso técnico, como impostos e taxas, subsídios diretos, instituições públicas de P&D, suporte financeiro, regulação, acesso à infraestrutura e um programa público de metas para o desenvolvimento tecnológico e estratégico nacional. Porém, no estímulo à inovação isso pode ou não gerar os resultados esperados, dada a própria natureza do processo inovativo (GREGERSEN, 2010).

Outra característica que deve ser evocada é a de que o governo, como agente próprio que demanda recursos para sua manutenção, é usuário de vários produtos. Portanto, quanto maior a variedade produtiva nacional e internacional, maior pode ser a demanda governamental. Isso pode gerar um ciclo virtuoso em termos de impulso econômico e produtivo pela demanda, quando as compras governamentais podem influenciar positivamente no desenvolvimento tecnológico das firmas. Por exemplo, a expansão das compras militares pelo governo pode vir a promover o progresso técnico nas firmas do ramo,

o qual pode se espalhar ao longo do tempo para outros setores da economia²¹ (FREEMAN; SOETE, 2008; GREGERSEN, 2010).

Com a garantia e certa previsibilidade de recebimento de recursos via tributos, o governo tem a possibilidade de explorar trajetórias tecnológicas novas e promissoras, pois não está submetido às mesmas condições de restrição financeira das firmas. As firmas temem a falha do projeto, com uma perda substancial de recursos em capital humano. O governo, no entanto, pode disponibilizar fundos públicos para financiamento da inovação visando o compartilhamento do risco, dada sua prerrogativa de intervir na política industrial da economia doméstica. Em suma, o suporte estatal, portanto, tem o objetivo de atenuar o custo e o risco das atividades em P&D e inovação nas firmas (GUIMARÃES, 2008; CHRISTENSEN, 2010).

Mazzucato e Semienuik (2017) elencam as principais atividades que podem ser compreendidas como financiamento público à inovação: investimento nos estágios mais iniciais da P&D; criação e redes de financiamento de redes que fomentam sinergias entre academia, negócios e finanças; financiamento de capital de alto risco; e investimento em demonstração e desenvolvimento de risco substancial. Sendo o governo absorvido em assuntos sociais, políticos, estratégicos e militares, as metas de financiamento público podem estimular ou retrair o esforço inovativo das firmas, e ainda direcionar o processo inovativo (GREGERSEN, 2010).

De acordo com Sbicca e Pelaez (2006), outro modo de o governo influenciar as condições gerais de investimento empresarial em inovação é por meio da política macroeconômica, que acaba influenciando o próprio ambiente de disponibilização de recursos públicos para *funding* para disponibilidade de recursos financeiros.

Segundo Coutinho (2005), as variáveis macroeconômicas, de certa forma, moldam e envolvem as relações e decisões microeconômicas²². Portanto, pode-se considerar que há uma retroalimentação de mão dupla entre os planos econômicos macro e micro do país. O autor diferencia dois tipos de regimes macroeconômicos: o benigno e o maligno.

Os regimes benignos combinam taxas de juros baixas e taxas de câmbio desvalorizadas, impulsionando condições mais favoráveis de negócios às firmas. Regimes

²¹ Contudo, para que isso aconteça, é necessário que haja vínculos ou relações dinâmicas entre produtores e usuários, a fim de que a tecnologia produzida na área militar possa ser adaptada ao uso civil. Sem embargo, esse processo não é sem complexidade e pode levar décadas.

²² Inflação alta prejudica o desenvolvimento financeiro, além de elevar o custo dos negócios. Segundo Javaid e Saviotti (2013), outras variáveis que afetam o ambiente saudável de negócios são: a abertura ao comércio exterior; a instabilidade política; e a corrupção. A dívida pública também influencia a decisão de investimento em inovação pelas firmas.

macroeconômicos malignos são representados por condições desfavoráveis aos negócios, com taxas de juros altas e câmbio valorizado (COUTINHO, 2005). Todos os países em desenvolvimento podem ser incluídos nessa situação, dependendo da situação macroeconômica em que se encontram. O Brasil, por exemplo, não é exceção à regra: oscila entre os regimes. A própria política industrial e tecnológica, desde que seja bem delineada, pode ser potencializada por uma situação macroeconômica benigna.

A regulação é outra maneira de o Estado influenciar a taxa de inovação, a produtividade e a competitividade de um país²³. A regulação pode ser válida para produtos ou serviços individuais ou para uma indústria ou setor como um todo. As regulações e padronizações são definidas para especificação de produtos ou processos e ainda podem ser do tipo funcional (durabilidade ou compatibilidade do produto, por exemplo). O tipo de regulação adotada influencia a direção das atividades de pesquisa, afetando, portanto, o resultado potencial da inovação. Dessa forma, a regulação pode ser pró-ativa ou reativa: no primeiro caso, é capaz de estimular a inovação e o desenvolvimento de capacidades tecnológicas nacionais; e no segundo caso, acaba prejudicando o estabelecimento de novos processos inovativos e o progresso técnico (GREGERSEN, 2010).

De acordo com Luna, Moreira e Gonçalves (2008), os recursos públicos podem ser concedidos às firmas e os setores produtivos de duas formas: direta ou indireta. A primeira forma é o financiamento direto via aporte de agências e outras instituições públicas de fomento. A outra maneira acontece por meio de subsídios e incentivos fiscais. Isso inclui a gestão de um ambiente institucional adequado e funcional para o financiamento e investimento privado em inovação, inclusive a indústria de capital de risco. Governos têm tentado criar instrumentos diversos e adaptados de financiamento, visando contemplar a realidade distinta dos setores produtivos, a fim de garantir recursos tanto de longo quanto de curto prazo.

O financiamento governamental para setores produtivos inovadores é prática comum em países tecnologicamente avançados, como os integrantes da OCDE. Corder e Salles-Filho (2006) apontam que os setores produtivos que recebem maior auxílio governamental nesses países são aeroespacial, defesa, biotecnologia, fármacos, eletrônico e automotivo. Portanto, a política pública de concessão de financiamento pode ser considerada economicamente não neutra.

²³ Guardadas as devidas proporções, essa análise pode ser expandida para áreas territoriais menores dentro do país que sejam governadas por autoridades dotadas de poder executivo.

Algumas atribuições do governo para auxiliar e influenciar no gerenciamento do risco dos projetos de inovação são: i) assumir risco maiores e oferecer garantias para empréstimos; ii) tomar parte do risco da firma investidora em inovação para si; iii) oferecer subsídios e reduzir taxas de juros, antecipando a maturação de um investimento, proporcionando, assim, a antecipação do retorno do mesmo; atuar como acionista e parceiro na gerência de alguns projetos de inovação, por meio de parceria público-privada; e influenciar a percepção de risco pelos inovadores (CORDER; SALLES-FILHO, 2006).

O financiamento público tem vantagens e desvantagens. Uma das principais, elencada por Guimarães (2008), é a participação mais próxima do setor público no direcionamento dos esforços de P&D das firmas e dos setores produtivos da economia, levando-os para áreas consideradas prioritárias ou estratégicas para o país. Esse tipo de política pública de interesse nacional pode levar à criação de novos cenários tecnológicos e industriais para crescimento e, provavelmente, novos mercados. Em termos do incentivo fiscal, uma vantagem é o custo menor de administração dos fundos públicos em relação ao aparato institucional do financiamento direto. Somado a isso, as firmas definem a destinação dos recursos fiscais renunciados para alocação em projetos com maior chance de retorno privado.

Mazzucato (2013) defende a utilização do capital público como financiamento para as atividades de inovação porque é uma alternativa poderosa ao capital privado, cada vez mais interessado em perseguir resultados de curto prazo e focado em extrair o máximo de valor do financiamento.

Em outras palavras, o capital de longo prazo de agências governamentais alimentaria paulatinamente os processos de conhecimento, aprendizado e inovação. Não é por acaso que firmas aptas a receber suporte financeiro governamental crescem mais rapidamente e investem mais em inovação (AYALEW; XIANZHI; HAILU, 2019).

Os recursos públicos tendem a espalhar-se para toda a cadeia produtiva da inovação, não somente para áreas onde ocorrem externalidades positivas ou que possuem informações incompletas. Uma área crucial para a inovação, a pesquisa básica, realizada, sobretudo, em universidades e institutos de pesquisa, geralmente é financiada por dinheiro público na maioria dos países. O governo também atua no suporte às atividades de pesquisa aplicada, junto com a concessão de financiamento de alto risco nas fases iniciais do processo de inovação para aquelas firmas que estejam dispostas a inovar. A evidência empírica mostra que as firmas com maior taxa de inovação e crescimento acelerado receberam financiamento de fontes públicas (MAZZUCATO; SEMIENIUK, 2017).

Algumas desvantagens possíveis para o incentivo público à inovação são: i) substituição (efeito *crowding out*) de investimentos privados, que poderiam ser efetuados na ausência da fonte pública; ii) favorecimento de alguns concorrentes em termos de competição em um setor específico, no tocante às firmas que receberam o financiamento para com aquelas que não foram contempladas; iii) prejuízo demasiado ao fisco estatal, dada a magnitude da renúncia fiscal envolvida no processo público indireto de incentivo à inovação (GUIMARÃES, 2008).

2.4 A ALOCAÇÃO SETORIAL DOS RECURSOS EM CT&I

A discussão anterior realça a ligação entre o papel das firmas, do governo e do sistema financeiro nacional na concessão e gestão de recursos financeiros à P&D e inovação.

Essa discussão geralmente se pauta nas firmas, pois elas são o *locus* da inovação e da mudança técnica, ou seja, onde recursos próprios ou de financiamento são direcionados e aplicados em projetos de P&D e atividades correlatas. Conforme evidenciam Koeller e Baessa (2006), a estratégia tecnológica da firma está condicionada a decisões de seu corpo administrativo.

Entretanto, essas mesmas firmas estão inseridas em um contexto produtivo setorial e econômico. Ainda segundo Koeller e Baessa (2006) e Kupfer e Rocha (2006), a firma e suas atividades em geral estão relacionadas às características estruturais do setor ao qual pertencem, à tecnologia adotada, ao sistema técnico de produção, ao tamanho e origem do capital da empresa, e ao ambiente econômico de inserção. Ademais, sabe-se que os investimentos em CT&I podem ser mensurados a nível setorial. O artigo de Kupfer e Rocha (2006), por sua vez, constitui-se em um exemplo do elo entre a relação entre investimentos em inovação das firmas e seu desempenho setorial: os autores realizaram a caracterização setorial das empresas brasileiras por meio de uma tipologia de empresas por setor.

Quanto aos fundos setoriais, os estudos de Sá (2005) e Pereira (2005) adotaram uma perspectiva setorial ao discutir as ações implementadas nas empresas com os recursos provenientes dos fundos, enquanto Araújo *et al* (2012) fez uma análise do impacto dos fundos setoriais no desempenho das empresas contempladas. Uma das variáveis consideradas pelos autores foi justamente o setor ao qual pertencem as firmas da amostra.

Seguindo, portanto, a linha dos autores do parágrafo anterior e, dada a configuração setorial do modelo EGC para as firmas, nesta tese a análise dos efeitos da variação no estoque de capital de conhecimento na economia brasileira foi realizada de acordo com a perspectiva

setorial, tendo-se em mente que o investimento em capital de conhecimentos dos fundos setoriais aconteceu nas empresas, as quais são constituintes de um setor produtivo específico. Esses setores foram definidos de acordo com a matriz insumo-produto para a economia brasileira.

3 INSTITUIÇÕES, ELEMENTOS E MECANISMOS DO FINANCIAMENTO À CT&I NO BRASIL

Neste capítulo, os assuntos tratados são organizados de modo a compreender as razões pelas quais os fundos setoriais foram criados e as características de seu funcionamento. Além dos fundos, são considerados os demais mecanismos e instituições componentes do sistema de inovação brasileiro sob o prisma do marco regulatório recente da CT&I no país.

3.1 ASPECTOS INTRODUTÓRIOS

Não há inovação sem investimento. E, nas economias capitalistas, este depende de financiamento, que é a condição *finance* para viabilizar expansão produtiva e a promoção da ciência e tecnologia nas firmas. Segundo Martins (2019), o investimento é gestado dentro do processo financeiro do sistema financeiro nacional, o qual é responsável por canalizar os recursos de financiamento gerados na economia. O financiamento, por sua vez, depende das condições econômico-financeiras alcançadas no desempenho econômico no interregno entre a decisão da firma em investir e o financiamento propriamente dito do projeto de inovação.

O desempenho econômico é afetado internamente pelas decisões estruturais e conjunturais dos agentes privados, famílias e firmas, e o ente público, o Estado, que implica direta e indiretamente na capacidade de financiamento da economia. Um sistema financeiro capaz de intermediar e criar relações confiáveis entre os agentes é de importância fundamental no processo econômico. Apesar disso, deve ser lembrado que as economias tecnologicamente defasadas, como a brasileira, estão sujeitas à vulnerabilidade externa do ciclo de liquidez internacional. Assim, o setor externo da economia doméstica é afetado pelo humor dos mercados internacionais de capitais.

Conforme visto teoricamente em Christensen (2010), dentre os três arranjos de um sistema financeiro nacional, o Brasil apresenta a maioria das características do sistema baseado no crédito, no qual há as instituições financeiras intermediadoras de investimento e poupança (*finance e funding*), reguladas fortemente pelo Estado.

Contudo, uma das características marcantes do financiamento das firmas e demais agentes inovadores no Brasil é a sua dependência de autofinanciamento (retenção de lucros de exercícios passados, por exemplo). Sob esse contexto, uma pergunta pertinente é a seguinte: por que as firmas brasileiras insistem no autofinanciamento no tocante à P&D e aos demais

insumos direcionados ao processo inovativo? Afinal, uma das características intrínsecas do sistema baseado no crédito é a baixa recorrência das firmas ao autofinanciamento.

Para isso, faz-se necessário entender como está organizado o sistema financeiro brasileiro (SFB) e o papel do financiamento à inovação nas esferas privada e pública no Brasil. A organização do SFB influencia na alocação de recursos financeiros entre tomadores e poupadores, e, por conseguinte, na disponibilidade de finanças para financiamento do investimento das atividades inovativas.

A próxima seção tem como objetivo principal fornecer subsídios de como a insuficiência da atuação de longo prazo do SFB levou à criação de marcos regulatórios para a política de CT&I no Brasil no fundo público de financiamento visando aumentar o montante de recursos disponíveis à inovação no Brasil. É neste contexto, no período compreendido entre as décadas de 1990 e 2000, que os fundos setoriais de ciência e tecnologia foram sendo criados e iniciaram suas operações.

3.2 CARACTERÍSTICAS DO SFB

A formação de um arranjo institucional, como um sistema financeiro, é dependente de sua trajetória histórica, forjada na relação entre os agentes tomadores e emprestadores de recursos financeiros, e estes com o Estado, o qual possui função reguladora. Em alguns países, o Estado controla e participa ativamente de fundos públicos para financiamento a atividades produtivas compreendidas como nacionalmente relevantes e estratégicas.

O desenvolvimento do SFB aconteceu a partir do capital bancário, desenvolvido a partir da fundação de bancos em vários estados brasileiros na primeira metade do século XX, especialmente bancos que começaram com carteiras agrícolas, até então o setor econômico responsável pelo maior percentual do PIB brasileiro. Esse movimento reforçou a intermediação financeira realizada no país, principalmente pelo Banco do Brasil (BB) e a Caixa Econômica Federal (CEF), fundados ainda no decorrer do século XIX.

Os traços de um sistema financeiro (SF), no tocante à trajetória de sua institucionalização, determinarão se o mesmo será propício ou não a financiar o investimento em projetos de inovação. A característica histórica do SFB é a presença marcante do capital bancário e outras instituições públicas de fomento, como o BNDES e alguns bancos de desenvolvimento estaduais. Essas instituições são permeadas por arranjos especiais para a orientação e direcionamento do crédito, como os fundos compulsórios e constitucionais de direcionamento do financiamento, a exemplo do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

(FGTS), Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT), Fundos Constitucionais do Nordeste, da Amazônia e do Centro-Oeste (HOLLANDA, 2010).

O SFB apresenta instituições ainda fracas, incapazes de criar condições sistêmicas no sentido de favorecer a alocação eficiente de recursos, sua previsibilidade, seu monitoramento, o gerenciamento de riscos, a segurança jurídica do cumprimento de contratos, a governança dos agentes, a avaliação de metas e resultados, entre outros. Isso favorece um ambiente institucionalmente incerto e instável, afetando o acesso a informações e garantias necessárias para o financiamento do investimento e disponibilidade de crédito, muitas vezes gerando restrições financeiras nas firmas brasileiras²⁴, que não apresentam as garantias exigidas para a contratação de empréstimos. A falta desses elementos em conjunto influencia na determinação das taxas de juros para concessão de crédito, nos *spreads* bancários, no gerenciamento dos contratos e suas garantias e na disponibilidade de fundos, que proveem recursos financeiros para o financiamento das atividades produtivas e da inovação.

Haja vista a deficiência institucional geralmente existente nos países emergentes, como no Brasil, o funcionamento do SF depende fortemente da ação estatal para: a criação de um ambiente institucional estável e transparente, que gere confiança mútua entre os agentes, especialmente no quesito celebração contratual; e o planejamento, implantação e condução de políticas econômicas orientadas ao crescimento econômico. A participação estatal, nesse intuito, é orientada à formação de um ambiente econômico menos incerto e que auxilia a geração de expectativas confiáveis em relação ao financiamento do investimento (MARTINS, 2019). No Brasil, o Estado sempre esteve presente no contexto no financiamento do desenvolvimento nacional, fomentando atividades que eram ou ainda são deficientes no que se refere ao envolvimento do setor privado no investimento em infraestrutura e na produção nos mais diversos campos da economia nacional.

Em muitos períodos, o que se observa no Brasil são taxas de juros elevadas, as quais favorecem o aumento do custo de capital e a exigência de garantias e colaterais para uma economia constituída, em sua maioria, por firmas de pequeno e médio porte, as quais não contam com ativos suficientes para atender às garantias exigidas pelos bancos.

O mercado de capitais no Brasil, apesar de sua ampliação no bojo das mudanças dos atores e mecanismos financeiros a partir da década de 1980, não apresentou o desenvolvimento que era esperado em termos de intensificação da negociação de ações e inclusão de novas firmas na bolsa. Apesar do crescimento do valor das ações de algumas

²⁴ Kirch, Procianoy e Terra (2014), respaldados por estudos empíricos, indicam que as restrições financeiras e creditícias acabam influenciando na decisão das firmas em relação ao investimento.

firmas listadas em bolsa e da entrada de maior número de investidores em papéis acionários nos últimos anos, trata-se de um mercado que ainda não conseguiu integrar a imensa maioria das firmas brasileiras, constituídas como capital fechado de sociedade limitada. Além disso, a trajetória histórica do SFB proporcionou a expansão do crédito em detrimento de outras formas de financiamento da produção (BUAINAIN; LIMA JUNIOR; CORDER, 2017).

O mercado de capital de risco (*venture capital*) ainda se encontra em estágio embrionário, pois não alcançou volume financeiro para realizar aportes necessários nas empresas nascentes de base tecnológica (*startups*). O mercado não se apresenta como solução na concessão de financiamentos constantes frente à demanda crescente. Os aportes são direcionados para as fases menos arriscadas dos projetos inovativos (BUAINAIN; LIMA JUNIOR; CORDER, 2017). Isso acaba contrariando o próprio termo capital de risco: são nas etapas iniciais de um projeto de inovação que estão concentradas as fases de maior risco, pois envolvem o desenvolvimento da pesquisa aplicada, de protótipos, do *design*, e a utilização de pesquisa básica para potencializar a possível inovação.

A falta de garantias e as deficiências na construção de uma relação de confiabilidade entre firmas e instituições financeiras, representadas em sua maioria pelos bancos, inviabiliza a criação de mecanismos de financiamento de longo prazo, imprescindíveis para os investimentos em inovação. Como visto anteriormente, a inovação é um tipo de investimento peculiar, pois reúne características como maior risco, assimetrias de informação, incertezas quanto à sua condução e aos seus resultados, necessidade de financiamento de longo prazo e customizado, no sentido de contemplar as fases distintas do processo. As modalidades de financiamento em uma economia devem ser diversificadas para atender à maior quantidade possível de demandas personalizadas por recursos financeiros.

Assim, no Brasil, os mercados de ações e capital de risco não incapazes de gerar financiamento suficiente para fomentar um ambiente em que os esforços em inovação poderiam prosperar, tanto pela falta de mecanismos específicos para longo prazo, quanto pelo distanciamento do crédito bancário do capital produtivo em relação a oportunidades de rentabilidade e lucratividade dos investimentos (comparação entre ativos financeiros e ativos produtivos). Isso levou as firmas inovadoras brasileiras a uma dependência cada vez maior do financiamento público para o andamento de seus projetos.

No Brasil, segundo Morais (2019), à revelia da insuficiência do SFB em criar mecanismos adequados de financiamento, houve a constituição de arranjos alternativos ou suplementares de financiamento. Esses arranjos são dependentes, para o seu funcionamento,

sustentação e desenvolvimento, da política e conjuntura econômicas tais que proporcionem a reprodução e manutenção desses arranjos ao longo do tempo.

Os arranjos alternativos amparam-se em três fundos: fundo público, representado pelos incentivos oriundos do setor público; o fundo interno, atrelado à lucratividade das firmas e, portanto, vinculado ao autofinanciamento; e o fundo externo, que são recursos financeiros provenientes de outros países para financiar firmas produtivas em território brasileiro.

Esses fundos são uma alternativa à incapacidade de o SFB ser um aliado para o crescimento econômico-produtivo das firmas e da economia brasileira para o longo prazo, devido à falta de tipos adequados de produtos financeiros, ao perfil avesso ao risco e ao comportamento especulativo de bancos e outras instituições intermediadoras de finanças.

Segundo Martins (2019), o fundo interno ou privado é alimentado pelos lucros retidos no setor de cada uma das firmas constituintes, os quais, por sua vez, dependem do *mark-up* e do produto setoriais. O autofinanciamento de longo prazo das firmas engajadas na produção é realizado por meio dos recursos do fundo interno.

O fundo público possui financiamento estatal para estimular as atividades produtivas. Os mecanismos são diretos ou indiretos: diretos, com financiamento direto às firmas, como o financiamento reembolsável e não reembolsável; e indireto, com incentivos, renúncia e deduções fiscais. É neste fundo que estão inseridos os fundos setoriais.

O fundo externo é constituído por recursos financeiros advindos de mercados externos, que são elevados ou reduzidos a depender dos ciclos do sistema financeiro internacional. Esse fundo é contabilizado em termos do endividamento externo de médio e longo prazo das firmas não financeiras e pelo Investimento Direto Estrangeiro (IDE). As firmas multinacionais têm papel excepcional na canalização produtiva dos recursos desse fundo para o Brasil.

Todavia, como o Estado tem o poder de regular as atividades econômicas das firmas financeiras e não financeiras, pode-se concluir que esses fundos têm seu funcionamento, atuação e captação de recursos envolvidos, dentre outros elementos, relacionados com o próprio funcionamento do Estado brasileiro.

Portanto, de acordo com os argumentos e comentários desenvolvidos até aqui, é claramente perceptível a importância da presença e ação do Estado em prover marcos regulatórios e cultura organizacional ao financiamento às atividades produtivas no Brasil. Isso não é diferente se a inovação e o *funding* à P&D e outros insumos básicos do processo inovativo são considerados, nos quais o próprio Estado entra com financiamento direto e

indireto, dependendo do instrumento de apoio direcionado a cada agente inovador, objetivando impulsionar o desenvolvimento de novos produtos e processos, em consonância com áreas estratégicas de investimento.

Os instrumentos econômico-financeiros pelos quais o Estado financia as firmas habilitadas em programas e editais de fomento têm sido largamente utilizados pela maioria das nações preocupadas em desenvolver seu parque industrial e intensificar as relações tecnológicas e produtivas entre os setores produtos, almejando ganhar competitividade internacional.

Antes de passar para o marco legal do financiamento público à inovação no Brasil, a seguir são apresentadas as instituições envolvidas com a CT&I no país.

3.3 INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE FOMENTO À CT&I NO BRASIL

Segundo Sá (2005) e Buainain, Lima Junior e Corder (2017), o sistema de apoio à CT&I no Brasil é formado pelos seguintes atores institucionais, de acordo com o Quadro 2.

Quadro 2 - Estrutura pública de financiamento à CT&I no Brasil

(continua)

Instituição	Natureza jurídica	Fonte de recursos
CNPq	Fundação pública vinculada ao MCTI	Recursos do Tesouro Nacional; repasses do MCTI e de outros ministérios
CAPES	Fundação pública vinculada ao MEC	Recursos do Tesouro Nacional e repasses do MEC
Finep	Empresa pública vinculada ao MCTI	FNDCT, FUNTTEL, FAT, crédito e empréstimo de outros órgãos
Ministérios: MCTI, MAPA ¹ , MEC, MS ² , entre outros	-	Recursos do Tesouro Nacional
BNDES	Empresa pública federal de direito privado, vinculada ao Ministério da Economia	Recursos do Tesouro Nacional, FAT, PIS/PASEP, FGTS, letras financeiras, captações externas, lucros e dividendos

(conclusão)

Instituição	Natureza jurídica	Fonte de recursos
Bancos de desenvolvimento: Banco do Nordeste (BNB), Banco da Amazônia (BASA), Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE)	BNB: sociedade mista BASA: instituição financeira pública BRDE: autarquia interestadual	Operação de fundos, como o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) e Fundo de Desenvolvimento da Amazônia (FDA)
Fundações de Amparo à Pesquisa (FAPs)	-	Percentual da receita tributária do respectivo governo estadual; recursos do Tesouro

Nota: ¹Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

²Ministério da Saúde.

Fonte: Sá (2005); Buainain, Lima Junior e Corder (2017).

O MCTI é o grande condutor da política nacional de CT&I. Apesar de as funções desempenhadas por outros ministérios, como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o Ministério da Educação (MEC), o Ministério da Saúde (MS) e o Ministério da Defesa (MD) serem muito importantes pela existência dos organismos de pesquisa e financiamento como o CNPq, a CAPES, a Embrapa, e a Fiocruz, por exemplo, é o MCTI, por meio de suas portarias, fundos e empresas públicas, que coordena as ações mais intensivas em CT&I no Brasil, partindo dos recursos financeiros disponíveis no orçamento público e aqueles alocados no FNDCT, no caso dos fundos setoriais. Portanto, o MCTI, o CNPq e a CAPES podem ser considerados o núcleo de suporte à CT&I no país.

A Tabela 1 compreende os dispêndios em CT&I de alguns ministérios, deflacionados de acordo com o IGP-M. Os dispêndios correspondem ao somatório entre o gasto com P&D e atividades científicas e tecnológicas relacionadas.

Tabela 1 - Dispêndios reais em CT&I de ministérios selecionados da administração federal a bilhões de R\$ constantes de 2017 e suas taxas de variação em percentual com relação ao ano anterior, 2000-2017

Ano	MCTI	Taxa de variação	(continua)					
			MEC¹	Taxa de variação	MAPA	Taxa de variação	MS	Taxa de variação
2000	4,54	-	7,54	-	2,53	-	1,16	-
2001	5,28	16,30	7,43	-1,46	2,46	-2,77	1,46	25,86
2002	3,95	-25,19	6,83	-8,08	1,84	-25,20	1,26	-13,70
2003	4,81	21,77	6,97	2,05	1,82	-1,09	1,31	3,97
2004	4,76	-1,04	7,15	2,58	1,86	2,20	1,54	17,56
2005	5,68	19,33	7,67	7,27	2,03	9,14	1,62	5,19
2006	6,49	14,26	8,95	16,69	2,16	6,40	1,96	20,99
2007	6,88	6,01	10,65	18,99	2,31	6,94	2,18	11,22

								(conclusão)
Ano	MCTI	Taxa de variação	MEC ¹	Taxa de variação	MAPA	Taxa de variação	MS	Taxa de variação
2008	7,56	9,88	11,30	6,10	2,48	7,36	2,02	-7,34
2009	9,19	21,56	12,24	8,32	3,40	37,10	2,39	18,32
2010	10,13	10,23	13,37	9,23	3,17	-6,76	2,24	-6,28
2011	8,95	-11,65	15,90	18,92	3,27	3,15	2,41	7,59
2012	9,21	2,91	15,93	0,19	3,39	3,67	2,87	19,09
2013	12,45	35,18	19,27	20,97	3,42	0,88	2,93	2,09
2014	9,00	-27,71	21,72	12,71	3,52	2,92	2,92	-0,34
2015	8,07	-10,33	20,63	-5,02	3,43	-2,56	2,23	-23,63
2016	6,26	-22,43	19,22	-6,83	3,61	5,25	2,81	26,01
2017	6,31	0,80	18,33	-4,63	3,80	5,26	2,67	-4,98
2018	6,01	-4,75	16,37	-10,69	3,90	2,63	2,53	-5,24

Nota: ¹Inclui valores gastos com pós-graduação.

Fonte: MCTI (2021a).

Apesar da importância do MAPA e do MS, a maior parte do orçamento federal empenhado em CT&I no Brasil é destinada ao MCTI e ao MEC. Contudo, esses ministérios apresentam comportamentos distintos em relação aos gastos orçamentários para suas atividades de pesquisa e inovação.

O MCTI apresentou variações orçamentárias sem tendência clara nos anos de 2001 a 2003, sendo seu orçamento recomposto a partir de 2005 com percentuais irregulares. Entretanto, nos cinco últimos anos da série, o orçamento do ministério responsável pelos maiores esforços financeiros em CT&I no Brasil caiu consideravelmente, passando de R\$ 12,45 bi em 2013 para R\$ 6,01 bi em 2018, queda de aproximadamente 51,73% no acumulado do quinquênio em relação a 2013.

O orçamento do MEC é composto em sua maior parte por recursos alocados na pós-graduação, por meio da CAPES. Este apresentou crescimento irregular a partir de 2003, com destaque para os anos de 2006, 2007, 2011, 2013 e 2014, quando apresentou crescimento superior a dois dígitos na comparação com o ano anterior. No entanto, como ocorreu no orçamento do MCTI, a partir de 2015 os gastos do MEC em CT&I caíram em 24,63%.

O orçamento efetivamente gasto do MAPA apresentou comportamento distinto em relação aos outros dois ministérios analisados. Apesar da queda de dois dígitos em 2002 (25,2%), o dispêndio do MAPA em CT&I subiu no período, com destaque para o incremento de 37,10% no ano de 2009.

Por fim, o MS também apresentou oscilações em seus gastos em CT&I, apesar de na maioria dos anos ser verificado um crescimento percentual no gasto da pasta. Merecem destaque pelo crescimento de dois dígitos no orçamento os anos de 2001, 2004, 2006, 2007, 2009, 2012 e 2016, de forma positiva e, de forma negativa, os anos de 2002 e 2015.

As análises da variação dos gastos ministeriais em CT&I permitem verificar que não há um crescimento sustentado dos gastos ao longo do tempo. Uma das marcas dos gastos públicos federais no Brasil, portanto, é a imprevisibilidade, prejudicando assim as atividades públicas, privadas e convênios de pesquisa e inovação que são dependentes de recursos federais.

O BNDES, autarquia do Ministério da Economia (ME), também apoia algumas ações visando ao aparelhamento produtivo das firmas brasileiras por meio de linhas de financiamento para: a aquisição de máquinas e equipamentos; o crédito direto à inovação; a interação ICT-empresa; o estímulo a *startups*; e a participação acionária e em fundos de investimento (BNDES, 2020).

Segundo Santana *et al.* (2019), a Finep é o principal agente público de fomento e financiamento à P&D para as firmas e outras instituições de pesquisa nacionais. O principal fundo gerido pela empresa é o FNDCT, legalmente estabelecido no capítulo III da Lei 11.540/2007 (BRASIL, 2007). Dentre as atribuições da Finep, estão: a apresentação de propostas de investimentos dos recursos do fundo; decidir o montante de aplicação de recursos em um período específico; prestar contas do orçamento utilizado; acompanhar a aplicação dos recursos nas firmas e ICTs beneficiadas; e realizar estudos qualitativos dos resultados obtidos com a disponibilidade dos recursos do FNDCT aos interessados.

Outra agência atuante no financiamento à CT&I é a Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii), criada em 2013, sob a tutela financeira do MCTI e do MEC. É um órgão que se destina a ser uma ponte entre o setor público e privado, financiando projetos de PD&I em fases mais arriscadas em termos tecnológicos e de inovação (EMBRAPII, 2020).

3.4 MARCO LEGAL PARA O FINANCIAMENTO PÚBLICO À INOVAÇÃO NO BRASIL

Nas economias latino-americanas, desde o fim dos anos 1980 e início da década de 1990, a pauta sobre tecnologia e inovação ganhou destaque por meio de discussões de formuladores de política, políticos e atores envolvidos no tema, atentando ao fato de que a inovação e o desenvolvimento são elementos propulsores do crescimento econômico. Os atores envolvidos no processo de tecnologia e inovação no Brasil implementaram, particularmente desde a década de 1990, por meio dos mandatos executivos de presidentes e governantes subnacionais e legislaturas, instrumentos e políticas para apoio à inovação, bastante similares ao estado da arte de políticas e marcos regulatórios das principais

economias tecnologicamente avançadas do mundo. Essas alterações procuram tornar mais intensivo o processo de mudança técnica e avanço tecnológico no país, por meio do estabelecimento de um ambiente favorável à criação de uma cultura inovativa empresarial, intensificando a cooperação interinstitucional entre o setor privado e público nos assuntos estratégicos de CT&I (MORAIS, 2008; ARBIX, 2017; DE NEGRI, 2017).

Uma das principais medidas, sem dúvida, foi a constituição de um marco legal, para garantir segurança jurídica às relações das firmas, institutos de pesquisa e inventores particulares com as iniciativas de inovação, e dessas com o próprio Estado brasileiro, em seus mais diversos níveis de governo. A segurança do marco legal, ao tornar mais claras e palpáveis as “regras do jogo”, auxilia na tomada de decisão empresarial, reforçando a cultura organizacional e a governança da firma, reduzindo custos de transação e o dispêndio com departamentos jurídicos. Assim, a firma pode se concentrar no essencial: desenvolver suas rotinas, incrementar seus esforços inovativos, aumentar sua produção e encontrar novos canais de comercialização e difusão de seus produtos e serviços.

Todas essas iniciativas de aprimoramento do marco legal e regulatório foram intensificadas durante os governos Fernando Henrique Cardoso (PSDB, 1995-2003), Lula (PT, 2004-2010), Dilma Rousseff (PT, 2011-2016) e Bolsonaro (PL, 2019 até o presente). No caso específico dos dois presidentes do Partido dos Trabalhadores (PT), alguns planos econômicos foram lançados durante o período de governo a fim de impulsionar a estrutura produtiva brasileira e, em alguns casos, a inovação. Assim, o marco legal e regulatório foi sendo construído ao longo do tempo, com o lançamento de planos econômico-produtivos que aproveitassem essa nova estrutura legal para alocar com maior eficiência os recursos disponíveis para as políticas produtivas.

A primeira dessas políticas foi a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) de 2004. A ênfase da política era o desenvolvimento tecnológico e o fomento de inovação para diferenciar produtos e serviços nas firmas. Portanto, envolvia estratégias público-privadas de estímulo à produção de tecnologia e inovação (ARBIX, 2017).

Em 2008 foi lançada a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), com o objetivo de aumentar o investimento agregado da economia, sendo os recursos financeiros disponibilizados pelo BNDES. Porém, as ações eram difusas e não estavam voltadas especificamente para o desenvolvimento inovativo e tecnológico nacional (ARBIX, 2017).

No ano de 2009, apesar de não ter sido criado com o objetivo de fomentar a inovação, foi lançado o Programa de Sustentação do Investimento (PSI), objetivando estimular a produção, aquisição e exportação de bens de capital. Era operacionalizado por recursos do

BNDES, via juros subsidiados às firmas. Em 2011, ganhou o reforço da Finep, a partir da operacionalização de recursos destinados aos planos de negócios que visavam o investimento em inovação. Tratou-se de um subprograma denominado PSI-Inovação (FINEP, 2020a). Todas as linhas do programa foram encerradas em dezembro de 2015.

Em abril de 2012 foi lançado pelo governo federal, no âmbito do extinto Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), o Plano Brasil Maior (PBM). Possuía como desafios sustentar o crescimento econômico e mudar estruturalmente a inserção externa brasileira. Seu objetivo principal, como uma missão, era o foco na inovação e adensamento das cadeias produtivas, com intuito de elevar a produtividade do trabalho de forma sustentada. Havia duas dimensões: a estruturante e a sistêmica. Ambos presumiam o incentivo ao desenvolvimento produtivo por meio da inovação e a ampliação das competências empresariais relativas à tecnologia e ao conhecimento científico. A operacionalização do plano se deu a partir de desonerações, transferências, créditos tributários e financiamentos subsidiados pelo BNDES (MATTOS, 2013).

A possibilidade da gestação, execução e finalização desses programas foi possível pela atualização e aprimoramento do marco legal para regulação das atividades inovativas no Brasil, em termos do relacionamento da esfera pública e o setor produtivo privado de bens e serviços da economia.

A seguir são mencionados sucintamente alguns elementos desse marco legal, objetivando mostrar sua importância para o sistema brasileiro de financiamento à CT&I.

3.4.1 Algumas leis do marco legal brasileiro de apoio à CT&I

Dentre o arcabouço legal brasileiro de apoio à CT&I, três leis ganham destaque devido à sua relevância na criação de mecanismos facilitadores à concessão de crédito do fundo público à inovação no Brasil. Essas leis são a Lei de Informática, Lei de Inovação e Lei do Bem.

3.4.1.1 Lei de Informática

A chamada Lei de Informática, na verdade, são leis de aprimoramento para promoção do desenvolvimento científico e tecnológico do setor de informática a automação no Brasil. Dentre essas leis, as mais recentes são: Lei 10.176/2001; Lei 11.077/2004; Lei 13.023/2014; Lei 13.674/2018; e Lei 13.696/2019 (BRASIL, 2019).

As quatro primeiras leis determinam benefícios fiscais para o setor de informática brasileiro, fixando quanto do faturamento deve ser investido em P&D no setor, como deve ser a cooperação em convênios com ICTs e sua relação com o FNDCT. Além disso, essa legislação relaciona-se com renovação de prazos para concessão de benefícios e inclusão de mais produtos no conjunto contemplado pela legislação. Determinam ainda quais regiões nacionais têm direito a dedução tributária especial. As regiões definidas na legislação são a Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Concomitante a essas mudanças, houve aumento dos controles estatais para verificação da aplicação dos recursos e sinalização de uma avaliação constante da efetividade das quatro leis.

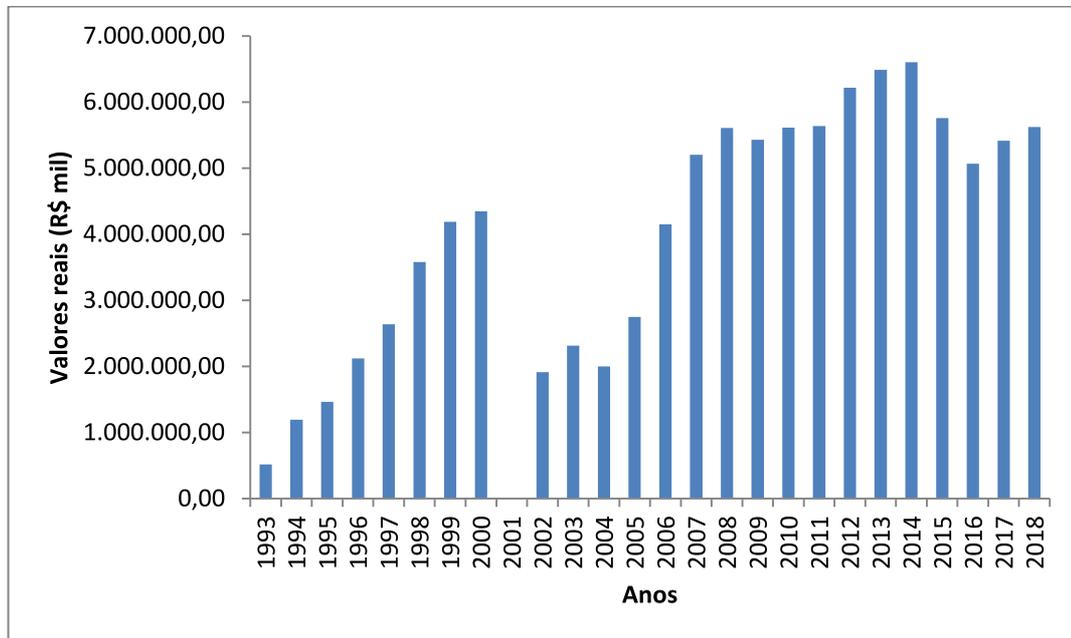
A última lei inaugura uma nova fase ao regulamentar uma política de promoção das tecnologias da comunicação e informação (TICs) no país, à qual incorpora o setor de informática. Entre outras novidades, essa nova legislação: definiu benefícios fiscais para impostos existentes; ampliou o número de produtos contemplados; manteve maiores incentivos tributários para o Norte, Nordeste e Centro-Oeste; e conferiu ao MCTI o posto de gerenciador da aplicação da lei.

De acordo com Rauen (2017), o conjunto das leis acima descrito deve ser denominado como Lei das TICs. Percebe-se claramente que a legislação brasileira em relação a produtos e serviços de informática, aliada aos novos conceitos das TICs, foi sendo ampliada com as melhores práticas internacionais, ou seja, a de incluir no marco legal e dar importância aos componentes eletrônicos, aos dispositivos móveis (como celulares, *tablets* e outros dispositivos móveis), à *internet* e à transferência de dados como relevantes para a política pública no setor, alinhando o país com a tendência mundial de priorizar o desenvolvimento da conectividade digital entre pessoas e instituições.

Em números, a isenção fiscal da Lei de Informática alcançou R\$ 5,62 bilhões em 2018²⁵. A série temporal de valores pode ser observada na Figura 1.

²⁵ A Lei 13.696/2019, portanto, não é contemplada nesses números.

Figura 1 - Renúncia fiscal do governo federal de acordo com a Lei de Informática, 1993-2018, R\$ mil constantes de 2018



Notas: Valores atualizados pelo IGP-M, 2018 = 100.

Em 2001, a renúncia foi suspensa por decisão do Supremo Tribunal Federal (STF).

Fonte: MCTI (2020a).

Os recursos oriundos da renúncia fiscal não foram constantes ao longo do tempo. Os melhores anos de crescimento nos recursos foram os iniciais da vigência da Lei 8.248/1991²⁶, e em alguns anos da década de 2000, como os anos de 2006, 2007 e 2008 e 2012, 2013 e 2014. Os anos em que se registrou queda mais expressiva de recursos foram 2002, 2004, 2015 e 2016. A queda do incentivo fiscal nesses últimos dois anos ocorreu por conta da queda da arrecadação estatal pela crise fiscal gestada no último ano do primeiro mandato do governo Dilma Rousseff (2011-2014).

Essa oscilação dos recursos destinados ao setor de informática acaba não garantindo um princípio fundamental para a elaboração e a execução de uma política pública para estímulo da CT&I: a previsibilidade dos recursos disponíveis às firmas engajadas com inovação.

3.4.1.2 Lei de Inovação

²⁶ Essa lei é uma atualização e continuidade da Lei 7.232/1984 (BRASIL, 1984), a qual instaurou a Política Nacional de Informática. A redação da Lei 8.248/1991 (BRASIL, 1991) foi alterada pela Lei 10.176/2001 (BRASIL, 2001) e 13.023/2014 (BRASIL, 2014).

Segundo Morais (2008), a Lei da Inovação, ou Lei 10.973/2004, favoreceu a maior difusão do conhecimento das instituições públicas, como universidades e centros de pesquisa, para o suporte às inovações e desempenho tecnológico das firmas. A letra da Lei visa à autonomia tecnológica nacional e ao desenvolvimento do sistema produtivo, com foco regional. A Lei ainda dá exatidão aos agentes presentes em um processo inovativo, a exemplo do que é inovação, ICT, parque tecnológico, incubação, capital intelectual, entre outros (BRASIL, 2004).

A Lei de Inovação representou a abertura da possibilidade de os três níveis de governo, e suas agências de fomento firmar convênios, alianças estratégicas e desenvolvimento de projetos de cooperação com firmas, ICTs e outras instituições privadas brasileiras sem fins lucrativos que são orientadas ao desenvolvimento tecnológico e de inovações. Esses tipos de aliança podem ser: criação de ambiente favorável à inovação; cessão de estrutura científico-tecnológica pública para utilização do setor privado em consórcio com ICTs e entre elas, permissão para compartilhamento de capital intelectual em PD&I. Prevê ainda o financiamento, financeiro ou não financeiro, de forma minoritária do capital social das firmas pelos entes federativos, sendo que a propriedade intelectual porventura alcançada pelos esforços empresariais em consórcio com o governo pertence à firma (BRASIL, 2004).

A Lei de Inovação estabelece que o incentivo à PD&I nas firmas brasileiras e outras entidades de direito privado sem fins lucrativos se dá por meio de concessão de recursos financeiros, humanos, materiais ou de infraestrutura de acordo com instrumentos específicos. Alguns estímulos à inovação nas firmas são subvenção econômica, financiamento, participação societária, e incentivos fiscais (BRASIL, 2004).

Prevê ainda a concessão de bolsas para estímulo à inovação no âmbito produtivo, visando à capacitação de capital humano e agregação e cooperação com especialista em inovação de uma ICT na outra e nas firmas. As micro e pequenas empresas ganharam atenção especial em um artigo da legislação, dada a sua importância no país para a empregabilidade (BRASIL, 2004).

Em 2016, houve a atualização da Lei da Inovação, cuja redação alterou a legislação envolvida no tema, a partir da sanção da Lei 13.243/2016, denominada de Marco Legal da Inovação (BRASIL, 2016). Algumas novidades foram: inclusão de empresas transnacionais; melhoramento da apropriabilidade dos resultados de propriedade intelectual e P&D pelas firmas; reduziu alguns entraves à celebração de contratos entre firmas e ICTs.

Portanto, percebe-se que as modificações introduzidas pela Lei 13.243/2016 visam dar maior segurança jurídico-institucional às relações entre as firmas engajadas em projetos de P&D com os entes públicos e suas respectivas ICTs.

3.4.1.3 *Lei do Bem*

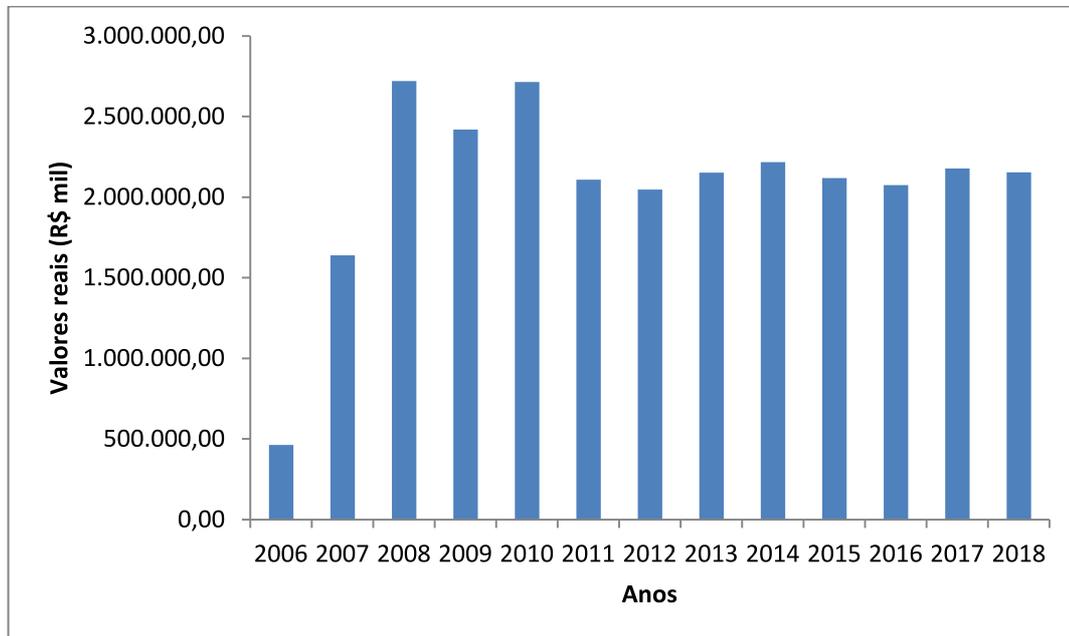
Hollanda (2010) afirma que os incentivos fiscais da Lei do Bem se transformaram em um dos sustentáculos do novo marco legal de apoio à inovação ao nível da firma. Santana *et al.* (2019) comentam que a lei consolidou os incentivos fiscais como política pública de inovação no país, aperfeiçoando os instrumentos outrora existentes. Os benefícios foram estendidos a toda firma que tenha a intenção de realizar atividades de P&D no Brasil.

A Lei 11.196/2005 (Lei do Bem) prevê, entre outras políticas de incentivo à CT&I: i) dedução dos gastos de P&D em impostos e contribuições para apuração do lucro líquido com alíquotas distintas e mais vantajosas; ii) isenção fiscal sobre bens de capital; iii) novos regimes de depreciação; iv) amortização acelerada; v) benefícios para a realização de P&D com outros agentes de inovação; vi) subvenção nas firmas para custeio de mestres e doutores (BRASIL, 2005).

Assim, a Lei do Bem expandiu a política pública de incentivos fiscais do governo federal, fornecendo oportunidades vantajosas para as firmas engajadas em inovação.

Os valores da dedução fiscal alcançaram aproximadamente R\$ 2,15 bilhões em 2018. Esses dados estão reunidos na Figura 2.

Figura 2 - Renúncia fiscal do governo federal de acordo com a Lei do Bem, 2006-2018, R\$ mil constantes de 2018



Nota: Valores atualizados pelo IGP-M, 2018 = 100.

Fonte: MCTI (2020a).

Os dados da Figura 2 revelam que, apesar do crescimento dos valores entre 2006 e 2008, houve redução logo no quarto ano, motivada pela queda da atividade econômica devido à crise do *subprime*, que atingiu o mundo no período 2008-09 e afetou o Brasil em maior proporção no ano de 2009. Houve uma recuperação em 2010, quando o PIB brasileiro cresceu 7,5% em termos nominais.

No início do governo Dilma Rousseff (PT, 2011-2014) houve uma redução inicial, pelo fato de o governo federal ter se comprometido com uma política fiscal contracionista para garantir a obtenção de *superávits* primários.

Em anos melhores, como em 2013, quando a economia se reaqueceu e a política do *superávit* primário foi afrouxada, houve crescimento nos valores deduzidos dos impostos e contribuições das firmas beneficiadas.

Nos últimos anos, desde 2014, com a crise fiscal e econômica no Brasil, houve redução do benefício fiscal em todos os anos, exceto em 2017. Desta forma, os valores deduzidos em tributos para a década de 2010 foram inferiores aos obtidos na década de 2000, permitindo concluir que a Lei 11.196/2005 não cumpriu um dos requisitos básicos para um mecanismo de incentivo à produção tecnológica e à inovação: a previsibilidade de recursos

disponíveis para tal, numa época em que a política de crescimento (2011-2014) foi baseada na desoneração tributária da folha de pagamento.

Apesar do resultado praticamente estável dos recursos financeiros apreendidos pelas firmas durante o período de vigência da Lei, a política específica de P&D de incentivos fiscais é um instrumento poderoso para impulsionar a prática inovativa no país, em consonância com as melhores práticas mundiais, especialmente em se tratando daquelas adotadas pelos países da OCDE (GUIMARÃES, 2008).

3.5 MECANISMOS DE APOIO E INCENTIVO À INOVAÇÃO NAS FIRMAS BRASILEIRAS

A existência dos mecanismos de estímulo à inovação no Brasil tem sua origem e operacionalização garantidas graças à legislação descrita anteriormente. Com o marco legal, as firmas possuem maior segurança jurídica de realizar inversões em atividades de P&D. Afinal, o investimento em inovação é necessário para que o país dê um salto de qualidade em sua economia, aumentando a produtividade por trabalhador, melhorando sua infraestrutura científica e tecnológica, e elevando a participação do setor empresarial nos esforços nacionais em CT&I (ARBIX, 2017).

Antes da apresentação dos fundos setoriais e sua rede de apoio, a Tabela 4 reúne informações acerca dos dispêndios das firmas brasileiras em P&D e CT&I, tanto de natureza pública quanto privada.

Tabela 2 - Dispêndios empresariais públicos e privados em P&D e CT&I no Brasil a milhões de reais constantes de 2017, 2000-2017

(continua)

Ano	P&D (A)	Atividades científicas e técnicas (B)¹	CT&I (A+B)
2000	21.916,85	4.055,14	25.971,99
2001	21.355,24	5.162,16	26.517,40
2002	18.990,21	6.503,95	25.494,16
2003	20.044,48	6.817,23	26.861,71
2004	20.360,09	7.101,56	27.461,66
2005	24.048,55	6.745,45	30.794,00
2006	24.193,88	5.870,35	30.064,23
2007	26.861,20	6.541,37	33.402,57
2008	29.959,92	8.384,72	38.344,64
2009	31.108,54	11.737,51	42.846,05
2010	34.615,72	11.642,99	46.258,71

(conclusão)

Ano	P&D (A)	Atividades científicas e técnicas (B) ¹	CT&I (A+B)
2011	35.118,88	13.933,71	49.052,59
2012	33.901,18	16.548,31	50.449,49
2013	35.432,96	14.161,59	49.594,55
2014	43.906,63	14.282,73	58.189,36
2015	44.083,09	11.567,69	55.650,77
2016	40.360,65	4.288,28	44.648,92
2017	44.761,20	4.782,25	49.543,45
2018	37.096,80	4.901,60	41.998,40

Nota: ¹ Atividades científicas e técnicas são dispêndios em insumos para o próprio processo de P&D, tais como P&D externa, treinamento, aquisição de software, aquisição de conhecimentos externos.

Fonte: MCTI (2021b).

Os números expressam uma tendência de crescimento ao longo do tempo de acordo com as condições econômicas do país. A partir de 2004 os valores despendidos em CT&I pelas firmas instaladas no Brasil aumentam, até diminuírem a partir de 2015, com a crise fiscal do Estado brasileiro. Contudo, os números recuperaram-se em 2017, pelo maior comprometimento com o equilíbrio fiscal e o otimismo com a retomada do crescimento econômico. Em 2018, no entanto, houve uma nova diminuição dos valores investidos em CT&I. No período, o gasto em P&D correspondeu, em média, a 78,25% de todo o valor empresarial da CT&I, enquanto as atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC) alcançaram 21,75%.

No financiamento público à inovação no Brasil, os fundos setoriais se encaixam no financiamento direto, com aportes de recursos públicos em ICTs e firmas com projetos de inovação.

No financiamento direto, há a distinção entre financiamento não reembolsável e reembolsável. O financiamento não reembolsável advém de recursos públicos que são direcionados a “fundo perdido” (não são passíveis de devolução) para instituições públicas científicas e tecnológicas, ou para outras organizações privadas sem fins lucrativos. Um exemplo é a subvenção econômica. O financiamento reembolsável destina-se a instituições que possam honrar os compromissos do empréstimo ora concedido via apresentação de projeto de P&D (LUNA, MOREIRA; GONÇALVES, 2008). Geralmente, o financiamento público na modalidade reembolsável é concedido por meio de fluxo contínuo, com inscrição das firmas interessadas em programas das agências de fomento à CT&I. A modalidade não reembolsável, por sua vez, acontece por meio da participação das firmas interessadas em editais públicos específicos.

No caso específico dos fundos setoriais, os recursos destinados aos agentes inovativos, sejam ICTs ou firmas, são de caráter não reembolsável.

Segundo Finep (2020b), a subvenção econômica corresponde à aplicação de recursos públicos não reembolsáveis nas firmas e/ou outras instituições públicas e privadas envolvidas com atividades de CT&I, objetivando compartilhamento com o poder público dos custos e riscos existentes nessas atividades. Trata-se de um instrumento de financiamento importante para projetos de P&D caracterizados como de longo prazo e com maior risco e/ou maior custo tecnológico (HOLLANDA, 2010).

A subvenção encontra respaldo legal na Lei de Inovação (Lei 10.973/2004) e na Lei do Bem (Lei 11.196/2005).

3.5.1 Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Os recursos captados junto às firmas e instituições para composição dos fundos setoriais são alocados no FNDCT, para posterior disponibilização por meio de editais públicos.

Segundo Melo (2009), tanto o FNDCT quanto a FINEP foram constituídos para atuar no financiamento direto à inovação, dadas as condições nacionais inadequadas para prover *funding* de longo prazo para custear as etapas dos processos inovativos. De acordo com De Negri, De Negri e Lemos (2008), o FNDCT, desde sua criação em 1969, foi fundamental para estimular o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro.

O FNDCT é um fundo como de natureza contábil, destinado a financiar o desenvolvimento científico, tecnológico e a inovação no Brasil (FINEP, 2020c, BRASIL, 2007). Como resultado, prevê-se auxiliar no desenvolvimento econômico e social nacional, reconhecendo, assim, o poder e a influência sistêmica da inovação nas relações econômicas²⁷.

As receitas do fundo são captadas através do orçamento federal anual, da dotação dos fundos setoriais e outros incentivos fiscais (BRASIL, 2007; BRASIL, 2009).

A aplicação dos recursos financeiros do FNDCT se destina aos mais diversos elementos dos processos de CT&I. Podem ser aplicados nas modalidades: não reembolsável, para custear despesas correntes e de capital de ICTs e firmas e realizar equalização de capital;

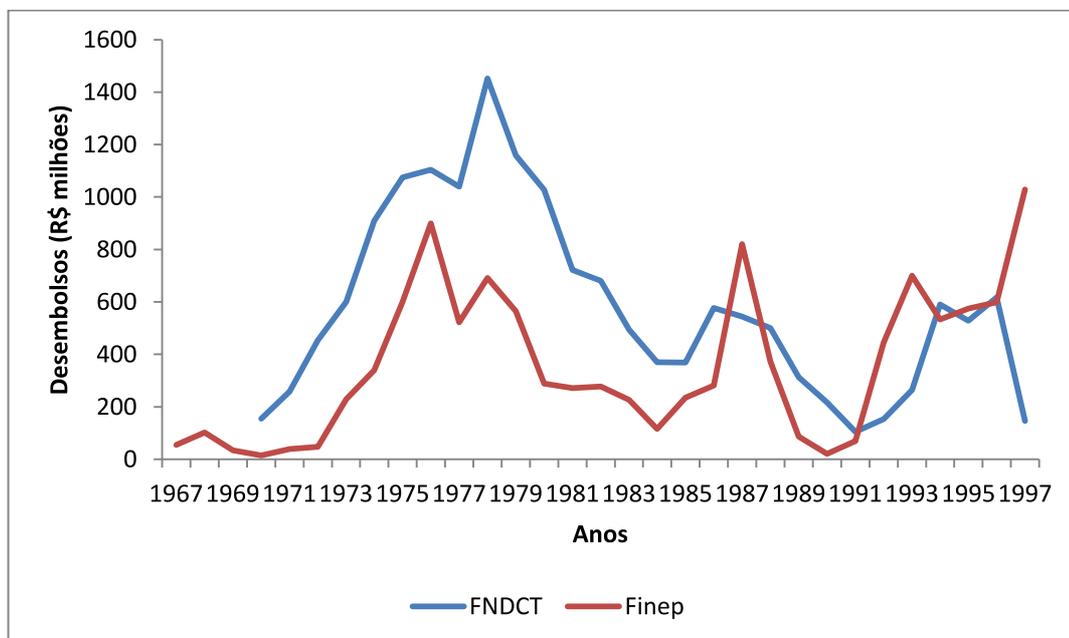
²⁷ O fundo é regulamentado pela Lei 11.540/2007 e pelo Decreto 6.938/2009. De acordo com o marco legal, a FINEP é a secretaria-executiva do fundo, sendo criada em 1971 para administrar os recursos alocados no FNDCT (BRASIL, 2007; BRASIL, 2009). O FNDCT é administrado por um Conselho Diretor não remunerado, vinculado ao MCTI, composto por 17 representantes de algumas instituições públicas e privadas brasileiras, como ministérios envolvidos diretamente com a política nacional de ciência e tecnologia, os presidentes da FINEP, do CNPq, do BNDES, da Embrapa e outros indivíduos da área científica e tecnológica.

reembolsável, para projetos tecnológicos de firmas, com empréstimos junto à FINEP; aporte de capital com participação efetiva em firmas com propósitos específicos, de acordo com o disposto na Lei de Inovação, ou seja, participação minoritária no capital social das firmas beneficiadas (BRASIL, 2004; BRASIL, 2007; BRASIL, 2009).

A estrutura orçamentária do FNDCT é composta por três fontes principais: ações verticais, ações transversais e operações especiais. As ações verticais são voltadas a projetos de CT&I de ICTs que são desenvolvidos individualmente, em cooperação com firmas ou com outras ICTs. As ações transversais não possuem exigência de aplicações de recursos para financiamento em um setor produtivo específico. As operações especiais destinam-se às firmas, e englobam equalização de taxas de juros, subvenção econômica, investimento direto em firmas engajadas em inovação (FINEP, 2020d).

Os recursos arrecadados para o FNDCT desde 1969 a 1997 foram provenientes de dotação orçamentária anual (MELO, 2009). A Figura 3 dispõe os valores arrecadados pelo FNDCT e pela FINEP no período mencionado.

Figura 3 - Evolução dos desembolsos do FNDCT e da Finep, 1967-1997, R\$ milhões constantes de dezembro de 2006



Fonte: Melo (2009, p. 100).

A Figura 3 permite observar que houve instabilidade dos recursos arrecadados pelo FNDCT e pela própria FINEP e aplicados pela financiadora em alguns períodos importantes.

Por exemplo, houve um crescimento favorável dos recursos financeiros disponibilizados desde a criação de ambos, até o ano de 1980. Apesar de uma recuperação a partir de 1985, a partir de 1988 há um novo período de queda nos valores, os quais só irão se recuperar a partir de 1992.

A instabilidade do *funding* de recursos destinado à inovação pelo FNDCT e a FINEP foi um dos motivos para que os agentes públicos e privados chegassem à conclusão de que o problema da imprevisibilidade da execução orçamentária dos órgãos de fomento à CT&I no Brasil era um dos graves entraves ao financiamento da P&D no país.

Esse diagnóstico favoreceu a procura por fontes de *funding* que não dependessem de dotações orçamentárias do Tesouro Nacional, geralmente sujeitas à determinação de interesses da política governamental (DE NEGRI; DE NEGRI; LEMOS, 2008).

Diante dessa necessidade surgiram os fundos setoriais, em um processo iniciado em 1997, com a aprovação da lei que criou o Fundo Setorial do Petróleo e Gás Natural (CT-Petro).

3.5.2 Fundos setoriais de ciência e tecnologia

A literatura sobre financiamento à inovação no Brasil aponta que o estabelecimento dos fundos setoriais foi um marco na arrecadação de recursos financeiros direcionados à CT&I no país (SANTANA *et al.*, 2019; HOLLANDA, 2010; VIEIRA, 2008; GUIMARÃES, 2008; PEREIRA, 2005; SÁ, 2005). Os fundos setoriais foram pensados para encorajar a P&D e a competitividade industrial das firmas brasileiras via cooperação com organismos públicos de pesquisa e inovação. Os fundos setoriais são fundamentados na ideia teórica de que o investimento setorial é necessário para a pesquisa orientada à inovação. Além disso, a descentralização do investimento seria benéfica para desenvolver capacitações tecnológicas em locais menos tecnologicamente avançados do território nacional (SÁ, 2005).

Outra intenção dos fundos é aproximar as ICTs e as firmas, numa clara tentativa de proporcionar acordos e cooperações sinérgicas entre a infraestrutura pública de laboratórios e institutos de pesquisa e o pessoal envolvido em P&D nas empresas (DE NEGRI; MORAIS, 2017).

Os fundos setoriais foram instituídos por leis federais entre 2000 a 2004, sendo constituídos na esteira do CT-Petro de 1997, o qual iniciou suas operações de captação e execução orçamentária a partir de 1999 (DE NEGRI; MORAIS, 2017).

Atualmente, há 15 fundos setoriais, todos vinculados ao FNDCT²⁸. O direcionamento dos recursos de cada fundo é realizado pela FINEP e o CNPq às instituições de pesquisa e firmas elegíveis, sendo realizado por meio da avaliação e seleção de projetos de CT&I.

No tocante à natureza dos fundos, treze deles são de cunho setorial, ou seja, seus recursos devem ser aplicados em setores específicos. E dois são de natureza transversal, podendo seus recursos ser aplicados em quaisquer setores da economia. Os dois fundos transversais são o Verde Amarelo (CT-Verde Amarelo), voltado à interação entre universidade-empresa, e o de Infraestrutura (CT-Infra), orientado à melhoria da infraestrutura das ICTs brasileiras (FINEP, 2020e).

Apesar de atenderem áreas ou setores diversificados, há algumas características comuns na operacionalização. Entre elas, estão (DE NEGRI; DE NEGRI; LEMOS, 2008):

i) vinculação de receitas, ou seja, os recursos de cada fundo devem ser aplicados apenas nos processos inovativos de setores nos quais os recursos são captados;

ii) plurianualidade: o apoio a projetos de PD&I pode durar mais do que um ano (ou exercício fiscal);

iii) gestão compartilhada, que envolve a própria administração dos fundos: essa administração é exercida por representantes tanto do poder público quanto do setor privado;

iv) fontes diversificadas: as receitas dos fundos são levantadas de diversos setores produtivos, e advêm de *royalties* e compensações financeiras, por exemplo;

v) integração de programas: os projetos apoiados podem ser aqueles que estimulem toda a cadeia produtiva setorial e de conhecimento. Compreende desde a pesquisa básica até às ações aplicadas.

A gestão dos fundos é realizada por um comitê gestor responsável por cada fundo²⁹. Esses comitês são compostos por representantes ministeriais, de agências reguladoras, da comunidade científica e do setor privado da economia, especialmente aquele atrelado aos projetos de CT&I (GUIMARÃES, 2008; PEREIRA, 2005). Cabe aos comitês gestores: i) estabelecer as diretrizes gerais de cada fundo; ii) elaborar o plano plurianual de investimentos;

²⁸ O CT-Inovar Auto foi contemplado nesta pesquisa pelo fato de existir dotação orçamentária para o mesmo em 2017.

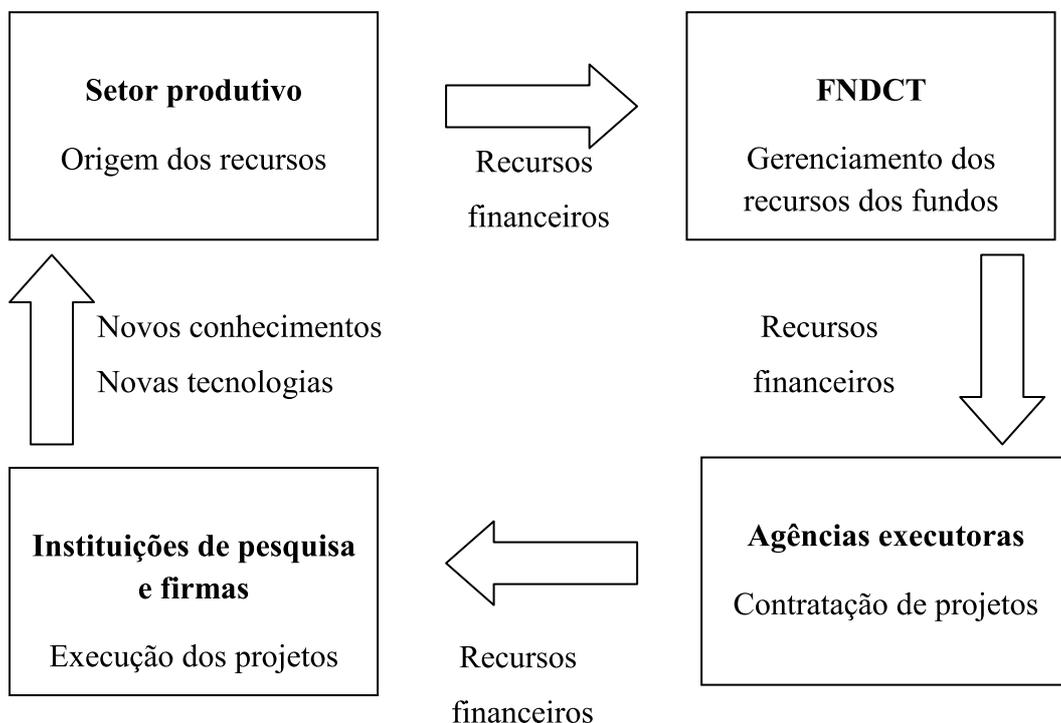
²⁹ Durante o primeiro governo Lula, foi criado, em novembro de 2003, o Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais (CCFS). Esse comitê, abandonado posteriormente, adotou o modelo de gestão no âmbito da PITCE que ficou conhecido como ações transversais, através das quais as chamadas e editais públicos utilizavam mais os recursos provenientes de mais de um fundo setorial (PEREIRA, 2005).

iii) definir estratégias de inversão dos recursos financeiros; iv) e avaliar os resultados da aplicação do financiamento³⁰.

Como a FINEP e o CNPq estão habilitados pelo MCTI a operar os recursos dos fundos via FNDCT, as ações que podem ser apoiadas são: projetos de P&D; bolsas de estudo direcionadas à capacitação de pessoal; financiamento de congressos, seminários, feiras, *workshops* e similares, tudo visando à capacitação tecnológica, transferência de conhecimentos e análise de mercado; estudos de viabilidade, diagnósticos e prognósticos de oportunidades tecnológicas (DE NEGRI; DE NEGRI; LEMOS, 2008). Não há previsão de qualquer contrapartida fiscal para a operação dos fundos setoriais, como, por exemplo, a aplicação de recursos do orçamento estadual ou municipal em instituições e/ou empresas para a concessão de recursos financeiros da política de apoio à CT&I via fundos.

A estrutura básica de funcionamento e operacionalização dos fundos setoriais pode ser contemplada na Figura 4.

Figura 4 - Ciclo básico de funcionamentos dos fundos setoriais



Fonte: Queiroz (2006, p. 39).

³⁰ Nesse caso, os comitês gestores receberam apoio de consultoria do Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), em um modelo que pressupunha a assessoria do CGEE como um centro de inteligência do sistema de fundos setoriais. Para maiores detalhes acerca da atuação do CGEE, ver Pereira (2005).

O Quadro 3 reúne as informações acerca dos fundos setoriais, como a data de regulamentação e a fonte de recursos. A captação de recursos envolve arrecadação pública e privada, proveniente de impostos e contribuições das firmas de cada setor, exceto o fundo setorial da infraestrutura, que recebe contribuição de cada um dos fundos.

Quadro 3 - Características dos fundos setoriais para ciência e tecnologia

(continua)

Fundo	Lei constituinte	Decreto regulamentar	Tipologia	Fonte dos recursos	Aplicação dos recursos
CT-Petro	9.478/1997	2.851/1998	Vertical	25% dos <i>royalties</i> que excederem 5% da produção de petróleo e gás natural	Vinculada ao setor
CT- Informática	10.176/2001	10.356/2020	Vertical	Mínimo de 0,4% de 1,84% do faturamento bruto das firmas beneficiadas pelo marco legal das TICs	Vinculada ao setor
CT-Infra	10.197/2001	3.807/2001	Horizontal	20% dos recursos de cada fundo	Acadêmica
CT-Energia	9.991/2000	3.867/2001	Vertical	De 0,75% a 1% da receita operacional líquida das firmas do setor	Vinculada ao setor
CT-Mineral	9.993/2000	3.866/2001	Vertical	2% da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para exploração de recursos minerais	Vinculada ao setor
CT-Hidro	9.993/2000	3.874/2001	Vertical	4% da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos por firmas do setor elétrico	Vinculada ao setor
CT-Espacial	9.994/2000	3.915/2001	Vertical	25% das receitas de utilização de posições orbitais; 25% das receitas da União relativas a lançamentos;	Vinculada ao setor

				25% das receitas da União relativas a dados, imagens, e outros; total da receita da AEB ¹ concernente a licenças e autorizações	
--	--	--	--	--	--

(continua)

Fundo	Lei constituinte	Decreto regulamentar	Tipologia	Fonte dos recursos	Aplicação dos recursos
CT-Saúde	10.332/2001	4.143/2002	Vertical	17,5% da Cide de acordo com a Lei 10.168/2000	Vinculada ao setor
CT-Biotecnologia	10.332/2001	4.154/2002	Vertical	7,5% da Cide de acordo com a Lei 10.168/2000	Vinculada ao setor
CT-Agronegócio	10.332/2001	4.157/2002	Vertical	17,5% da Cide de acordo com a Lei 10.168/2000	Vinculada ao setor
CT-Aeronáutico	10.332/2001	4.179/2002	Vertical	7,5% da Cide de acordo com a Lei 10.168/2000	Vinculada ao setor
CT-Verde Amarelo	Leis 10.168/2000 e 10.332/2001	4.195/2002	Horizontal	50% da Cide de acordo com a Lei 10.168/2000; mínimo de 43% da receita estimado do IPI incidente sobre produtos incluídos nos marco legal das TICs	Não vinculada
CT-Transportes	9.992/2000	4.324/2002	Vertical	10% da receita oriunda do DNER ² em contratos firmados com empresas de telecomunicações que utilizem serviços de transporte terrestre da União	Vinculada ao setor
CT-Amazônia	10.176/2001	6.008/2006	Horizontal	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das firmas que tenham como finalidade a produção de bens de informática na Zona Franca de	Vinculada ao setor

					Manaus	(conclusão)
Fundo	Lei constituinte	Decreto regulamentar	Tipologia	Fonte dos recursos	Aplicação dos recursos	
CT- Transporte Aquaviário e de Construção Naval	10.893/2004	5.252/2004	Vertical	3% da parcela do produto da AFRMM que cabe ao FMM ⁴	Vinculada ao setor	
CT-Inovar Auto	12.715/2012	7.819/2012	Vertical	Apuração de crédito presumido do IPI por dispêndios em PD&I em um percentual da receita bruta total	Vinculada ao setor	

Nota: ¹Agência Espacial Brasileira. ²Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. ³Arrecadação do adicional ao frete para renovação da marinha mercante. ⁴Fundo da marinha mercante.

Fonte: Pereira (2005), De Negri, De Negri e Lemos (2008) e MCTI (2020).

Haja vista os períodos de descontinuidade da provisão de recursos financeiros para *funding* das atividades de CT&I no país, o que inviabilizaria um esforço mais incisivo das firmas e instituições públicas no apoio à inovação, faz-se necessário reunir as informações acerca da arrecadação histórica desses fundos. A Tabela 3 agrega esses dados para o período 1999 a 2019, sendo 1999 o ano em que os recursos arrecadados pelo CT-Petro começaram a ser depositados no FNDCT.

Tabela 3 - Arrecadação dos fundos setoriais a bilhões de reais (R\$) constantes de 2019, 1999-2019

Fundo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
Aeronáutico	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,18	0,14	0,16	0,19	0,22	2,14
Agronegócio	0,00	0,00	0,00	0,12	0,17	0,14	0,16	0,16	0,18	0,19	0,24	0,23	0,27	0,33	0,36	0,39	0,42	0,33	0,35	0,43	0,50	4,98
Amazônia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,07	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,06	0,08	0,05	0,05	0,07	0,04	0,03	0,83
Biotecnologia	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,10	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18	0,14	0,15	0,18	0,22	2,13
Energia	0,00	0,00	0,21	0,35	0,37	0,36	0,33	0,36	0,41	0,33	0,77	0,36	0,38	0,41	0,43	0,50	0,47	0,36	0,44	0,43	0,42	7,71
Espacial	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,07	0,01	0,05	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,37
Hidro	0,00	0,00	0,08	0,07	0,09	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,08	0,09	1,73
Informática	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	0,09	0,13	0,13	0,15	0,17	0,12	0,09	0,09	0,08	0,07	1,69
Infraestrutura	0,00	0,00	0,32	0,51	0,66	0,63	0,72	0,80	0,81	0,92	0,99	1,03	1,23	1,35	1,36	1,37	1,17	0,92	1,02	1,11	1,13	18,06
Inovar Auto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,14
Mineral	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,04	0,06	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,51
Petro	0,45	0,92	0,78	0,92	1,12	1,17	1,41	1,66	1,52	1,96	1,51	1,67	2,12	2,14	2,02	1,81	1,04	0,76	0,91	0,99	0,72	27,61
Saúde	0,00	0,00	0,00	0,12	0,17	0,14	0,16	0,16	0,18	0,19	0,24	0,23	0,27	0,33	0,36	0,40	0,41	0,33	0,35	0,43	0,50	4,99
Transporte	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
Aquaviário	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,04	0,05	0,08	0,05	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,06	0,06	0,07	0,06	1,05
Verde Amarelo	0,00	0,00	0,20	0,33	0,49	0,40	0,46	0,46	0,52	0,54	0,69	0,65	0,77	0,94	1,06	1,16	1,18	0,95	1,01	1,43	1,44	14,70
Total	0,45	0,95	1,62	2,57	3,40	3,23	3,66	4,04	4,08	4,63	4,95	4,70	5,67	6,27	6,42	6,49	5,49	4,35	4,75	5,50	5,43	88,68

Fonte: Finep (2020d).

Os dados da Tabela 3 apontam um aumento crescente na arrecadação anual do FNDCT a partir dos fundos setoriais, de acordo com a criação de cada um deles e sua entrada em funcionamento. De 1999 a 2014, as receitas dos fundos foram aumentando a cada ano, auxiliando na previsibilidade de valores para investimento em CT&I no Brasil.

Com a crise econômica de 2015-16, a arrecadação total dos fundos caiu para R\$ 5,49 bi em 2015 e R\$ 4,35 bi em 2016, recuperando-se lentamente a partir de 2017. No último ano da série a arrecadação total girava em torno de R\$ 5,43 bi, valor 16,33% menor do que aquele verificado no melhor ano, ou seja, em 2014.

Em relação à arrecadação individual de cada fundo setorial, os três que mais arrecadaram no período foram: CT-Petro, com R\$ 27,61 bilhões; CT-Infra, com R\$ 18,06 bi; e CT-Verde Amarelo, com R\$ 14,7 bi. As razões para a arrecadação do CT-Petro são os *royalties* pagos pelas companhias petrolíferas, cuja produção brasileira se elevou bastante nos últimos 20 anos.

O motivo para a arrecadação do CT-Infra é que a arrecadação deste é formada por 20% da arrecadação de cada um dos outros fundos. E, no caso do CT-Verde Amarelo, este conta com 50% do valor arrecadado da Cide das firmas sobre licença de uso, aquisição de conhecimentos tecnológicos ou transferência de tecnologia, e um percentual elevado do IPI em relação às firmas beneficiadas no marco legal das TICs.

Os fundos que menos arrecadaram foram: CT-Transporte, com R\$ 70 mi; CT- Inovar Auto, com R\$ 140 mi; e CT-Espacial, cuja arrecadação atingiu R\$ 370 mi.

No total do período, todos os fundos apresentaram arrecadação de R\$ 88,68 bi em recursos financeiros para o financiamento à CT&I no Brasil.

A Tabela 4 reúne informações acerca da execução orçamentária dos fundos setoriais.

Tabela 4 - Percentual da execução orçamentária dos fundos setoriais no FNDCT (executado/aprovado), 2015-2019

Fundo	(continua)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Aeronáutico	14,06	100,00	49,81	100,00	100,00
Agronegócio	38,19	100,00	20,73	100,00	100,00
Amazônia	30,20	100,00	8,28	100,00	-
Biotecnologia	83,14	100,00	31,44	100,00	-
Energia	17,81	100,00	31,27	100,00	100,00
Espacial	81,92	100,00	8,46	100,00	-
Hidro	21,89	100,00	61,27	99,99	100,00
Informática	96,92	100,00	16,19	100,00	-
Infraestrutura	34,03	99,68	80,28	99,91	100,00

Fundo	(conclusão)				
	2015	2016	2017	2018	2019
Inovar Auto	2,00	100,00	8,28	-	-
Mineral	47,38	100,00	21,61	100,00	100,00
Petro	51,28	100,00	25,89	100,00	100,00
Saúde	30,94	100,00	28,32	100,00	100,00
Transporte	2,00	100,00	8,28	100,00	-
Aquaviário	45,52	100,00	45,60	100,00	100,00
Verde					
Amarelo	63,76	100,00	42,34	100,00	100,00

Nota: O traço indica ausência de orçamento executado, aprovado ou ambos.

Fonte: Finep (2021a).

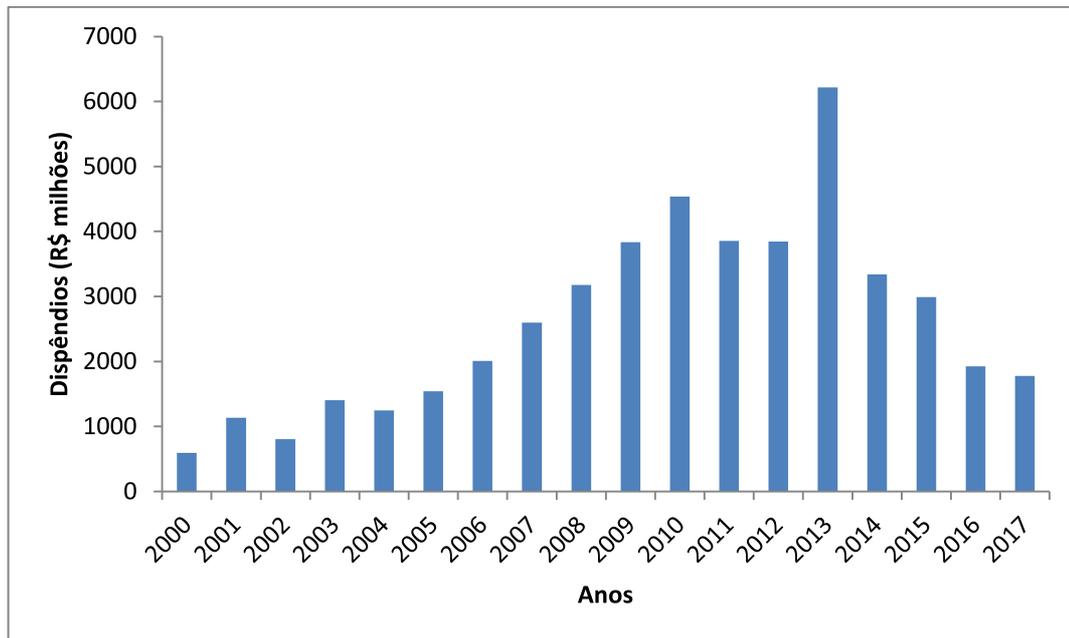
Apesar da ideia norteadora que impulsionou a criação dos fundos setoriais, pode-se observar que apenas em 2016 e 2018 a maioria dos fundos operou com a totalidade do orçamento aprovado pelo FNDCT. Nos anos de 2015 e 2017 muitos fundos executaram valores abaixo dos orçados, notadamente o CT-Transporte, o CT-Inovar Auto, que não alcançaram 10% de execução orçamentária em relação ao previsto em ambos os anos.

A partir de 2018 alguns fundos sequer apresentaram dotação orçamentária e execução. Em 2018, o Inovar Auto não figura com orçamento executado, sendo que em 2019 não há qualquer orçamento aprovado e executado para o fundo. Em 2019, os fundos CT-Amazônia, CT-Biotecnologia e CT-Informática não possuem previsão orçamentária alguma, enquanto o CT-Inovar Auto não aparece no conjunto dos fundos setoriais. O CT-Espacial e o CT-Transporte até possuem dotações orçamentárias aprovadas, mas não apresentaram nenhum empenho de recursos no ano de 2019.

A execução orçamentária aquém dos valores aprovados e a descontinuidade de alguns fundos em 2019 podem ser um indicador de que a disponibilidade de recursos por meio dos fundos não está cumprindo, em sua integridade, a função pela qual foram criados: a de prover financiamento à CT&I que atenda às diversas demandas públicas e privadas por finanças para a CT&I nas ICTs e firmas no Brasil.

Partindo dessa premissa da instabilidade de recursos financeiros pelos fundos setoriais, torna-se interessante observar o comportamento dos dispêndios orçamentários do FNDCT ao longo das últimas duas décadas. A Figura 4 a seguir reúne os dados reais, deflacionados pelo IGP-M.

Figura 4 - Dispêndios do FNDCT em CT&I a milhões de R\$ constantes de 2017, 2000-2017



Fonte: MCTI (2020b).

Pode-se concluir que, apesar da ideia inovadora dos fundos setoriais como solução para a restrição financeira do financiamento público à inovação no Brasil, o período compreendido nos dados da Figura 4 não apresentou constância no crescimento dos valores disponíveis ao *funding* da CT&I no país.

Há inconstâncias na variação dos valores despendidos pelo FNDCT nos períodos: i) 2001 a 2004, com dois anos de crescimento e dois de redução; ii) no período 2005-2010, com crescimento ininterrupto dos valores despendidos; iii) e no período 2011-2017, com apenas um ano de crescimento expressivo nos dispêndios reais (o ano de 2013). De certa forma, os valores gastos pelo fundo parecem seguir as variações da economia nacional. Um exemplo é a queda verificada a partir de 2014: a crise fiscal brasileira tomou forma a partir do segundo semestre daquele ano, estendendo-se por um período que compreende todo o restante da série histórica.

O valor real gasto em CT&I pelo FNDCT voltou, portanto, a um patamar financeiro inferior ao observado no ano de 2006, com aproximadamente R\$ 1,78 bi financiados em 2017.

4 METODOLOGIA

Este capítulo reúne todo o conteúdo referente à abordagem metodológica da Tese, como a descrição da modelagem, a definição do papel dos fundos setoriais no modelo de equilíbrio geral, a estrutura geral da matriz de absorção e da MCS, o fechamento e a definição do choque exógeno e as relações causais e sistêmicas esperadas após a realização do choque.

O capítulo inicia com a discussão teórico-metodológica, na qual é tratada a importância dos modelos neoclássicos na análise econômica, sua relação com a tecnologia e o conteúdo teórico-estrutural de um modelo de crescimento de tradição neoclássica.

4.1 ARCABOUÇO TEÓRICO-METODOLÓGICO

Segundo Nelson (2006), Freeman e Soete (2008) e Maradana *et al.* (2017), a relevância da ciência, tecnologia e inovação para o crescimento econômico e a produtividade de longo prazo é amplamente reconhecida pelos economistas. As teorias do crescimento com base em equilíbrio geral têm pontuado o papel da acumulação de conhecimento no processo de mudança técnica e crescimento econômico. Do ponto de vista deste estudo, focado nos investimentos em CT&I, as invenções de novas máquinas, equipamentos e produtos intermediários favorecem novas oportunidades de investimento na economia.

As teorias do crescimento, incluindo os modelos neoclássicos, são interessantes porque permitem chegar a generalizações convenientes. Conforme argumentam Archibugi e Pianta (1998), Rodríguez-Pose (1999), Bilbao-Osorio e Rodríguez-Pose (2004) e Carayannis e Grigoroudis (2014), há uma variedade de instituições, culturas, políticas, sistemas econômicos e sociais, regimes de governo e institutos científicos e técnicos, o que proporciona um campo fértil para a modelagem do crescimento, pois permite obter resultados com valor heurístico (FREEMAN; SOETE, 2008).

Para Nelson (2006), a formulação teórica tem como propósito favorecer a apreensão de uma perspectiva e uma interpretação de determinado assunto, pois um modelo, baseado na teoria, tenta reproduzir parte da realidade para que se consiga compreender algumas relações e movimentos econômicos inerentes ao objetivo de estudo.

Nesse sentido, a modelagem neoclássica proposta nesta pesquisa faz parte de um conjunto de teorias relacionadas à investigação do investimento e da produtividade que tem sido chancelado como frutífero pelos economistas ao longo dos últimos sessenta anos, que são os modelos de crescimento compatíveis com o modelo de Solow e as novas teorias do

crescimento (MARTIN; SUNLEY, 2000). Duas de suas vantagens são a direção e certo nível de coerência nas pesquisas realizadas por diversos economistas, contribuindo, desse modo, para o aumento considerável do conhecimento analítico e empírico dos fatores relacionados ao aumento da produtividade da economia. Assim, em consonância com Freeman e Soete (2008), Nelson (2006) argumenta que o modelo neoclássico possui a vantagem de ser compreensível, devido às suas simplificações e abstrações, proporcionando um potencial heurístico de pesquisa e política econômica.

Portanto, esta tese baseia seu modelo sistêmico com a inclusão dos fundos setoriais no modelo neoclássico ampliado, no qual o capital físico e o capital humano (trabalho) estão presentes, e onde o progresso técnico ou tecnologia é universalmente disponível (MARTIN; SUNLEY, 2000)³¹.

Nesse contexto, a tecnologia ou progresso técnico pode ser um subproduto da produção, dos investimentos ou do capital humano. Seu efeito pode ser modelado de duas formas: pode influenciar diretamente a produtividade da economia; ou pode proporcionar um aumento no retorno do capital, o que por sua vez conduz a investimentos adicionais e, portanto, a uma receita extra (FREEMAN; SOETE, 2008).

No caso do aumento do capital, o efeito da geração de receita extra pode ser vista da seguinte forma. O desenvolvimento de novas abordagens tecnológicas tende a acelerar a aquisição de novos equipamentos de produção, elevando, desse modo, os investimentos materiais. Esses novos investimentos favorecem ganhos de produtividade e o oferecimento de uma nova variedade de produtos novos. Esse aumento produtivo gera, então, uma receita adicional, a qual fomenta uma demanda adicional por bens e serviços e proporciona também novas oportunidades de investimento futuras (PIANTA, 1998; FREEMAN; SOETE, 2008; HASAN; TUCCI, 2010).

O modelo desenvolvido neste estudo está em linha com o argumento de Pianta (1998). Segundo o autor, os modelos neoclássicos de equilíbrio geral têm passado de um modelo padrão, onde a variável tecnologia era puramente exógena, para modelos nos quais ela é endogeneizada, mantendo-se a estrutura de equilíbrio geral e os pressupostos referentes aos fatores produtivos, às funções de produção e ao comportamento dos agentes econômicos, firmas e mercados.

³¹ Os autores ainda relacionam outros três modelos para caracterizar as novas teorias do crescimento. Além do modelo neoclássico ampliado, a lista inclui: capital endógeno ampliado; capital humano intencional; e inovação schumpeteriana endógena. Para maiores detalhes, consultar Martin e Sunley (2000).

A endogeneização da CT&I no modelo está amparada no conceito de bem semipúblico, sendo não rival e parcialmente excludente (HIGACHI, 2006). Decerto, os fundos setoriais são parcialmente excludentes porque seu acesso pelas firmas e institutos públicos interessados ocorre por meio de edital específico, onde nem todas as propostas são contempladas para recebimento de valores. Isso acontece pela própria característica de um edital público. Assim, somente as instituições contempladas com recursos e que desenvolvem PD&I apropriam-se de parte dos resultados econômicos.

Por outro lado, a CT&I é não rival porque qualquer instituição tecnologicamente capaz e institucionalmente habilitada na Finep pode concorrer ao edital de concessão de recursos, desde que atenda aos requisitos de cada fundo setorial e envie uma proposta.

Seguindo a linha de Bayarçelik e Tassel (2012), a produtividade do modelo neoclássico para esta Tese conta com três fatores: a acumulação de capital; a força de trabalho; e o progresso tecnológico, neste caso, representado pelos recursos disponibilizados pelos fundos setoriais. Dessa maneira, capital físico de qualidade, trabalho e o progresso tecnológico são as três fontes principais de crescimento econômico e da produtividade dos países.

O modelo é complementado por características usuais dos modelos neoclássicos de crescimento: função de produção com retornos constantes de escala; concorrência perfeita; comportamento otimizador ou maximizador por parte de agentes individuais; ausência de externalidades e de economias de escala; produtos marginais positivos e decrescentes; retornos decrescentes de cada insumo de produção; elasticidade positiva e suave entre os insumos (BILBAO-OSORIO; RODRÍGUEZ-POSE, 2004; HIGACHI, 2006; TIGRE, 2006; FREEMAN; SOETE, 2008; FAGERBERG; SRHOLEC; VERSPAGEN, 2010).

Concomitantemente à endogeneização do elemento tecnologia nos modelos neoclássicos de crescimento, manteve-se, no entanto, a abordagem de equilíbrio geral e as suposições tradicionais nos fatores produtivos e funções de produção dos agentes econômicos (consumidores, firmas, governo, entre outros) e o *market clearing* dos mercados (PIANTA, 1998).

Assim sendo, as subseções a seguir tratam justamente deste tópico: a inclusão da variável estoque de capital de conhecimento, representada pelos fundos setoriais, na modelagem proposta nesta tese.

4.2 MODELOS DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL

Um modelo de equilíbrio geral computável é capaz de quantificar os efeitos de choques, na economia como um todo, em variáveis econômicas pré-definidas (BURFISHER, 2011). Um modelo de equilíbrio geral é baseado em equações oriundas da teoria econômica neoclássica (BURFISHER, 2011; DIXON; JORGENSEN, 2013). De acordo com Cardenete, Guerra e Sancho (2012), as principais características da teoria neoclássica são: agentes racionais; preços flexíveis; e mercados que tendem ao equilíbrio entre oferta e demanda (*market clearing*).

Os modelos de equilíbrio geral são utilizados para mensurar efeitos de choques e políticas públicas em campos de estudo como comércio, gasto público, demografia, imigração, mercado de trabalho, infraestrutura, impostos, e tecnologia (DIXON; JORGENSEN, 2013). No caso desta Tese, a abordagem utilizada está relacionada à produção de CT&I no Brasil e seus efeitos econômicos por meio de repasses públicos de recursos financeiros dos fundos setoriais destinados a essa finalidade.

Segundo Dixon, Koopman e Rimmer (2013), os modelos EGC podem ser utilizados para realizar simulações de acordo com as seguintes características de análise:

- i) simulação histórica: para a produção de dados atualizados sobre tendências em tecnologia, preferências e outras variáveis de interesse econômico;
- ii) simulação de decomposição: no intuito de explicar fatos históricos e colocar os efeitos de política no devido contexto histórico;
- iii) simulação de previsão: proporcionam análises usando tendência extrapolada de simulações históricas junto com previsões de especialistas;
- iv) simulações de política: geram efeitos de política que alteram o equilíbrio inicial do modelo.

Portanto, realizou-se nesta Tese uma simulação de política, no sentido de analisar as alterações no equilíbrio inicial da economia brasileira a partir de variações positivas e negativas no financiamento à CT&I através do capital dos fundos setoriais.

4.3 REVISÃO DE LITERATURA DE ALGUNS MODELOS EGC E ECONOMIA DA TECNOLOGIA

O tema de tecnologia e inovação vem sendo desenvolvido por meio de modelos EGC desde a década de 1990. Pesquisadores adaptaram seus modelos EGC com o objetivo de

observar os efeitos do investimento em CT&I na economia e sua influência nas demais variáveis econômicas.

Quadro 4 - Resumo dos estudos consultados sobre o tema investimento em CT&I e modelos EGC

(continua)

Autores	Tipo de modelo	Arcabouço teórico	Equilíbrio	Abrangência geográfica	Fatores de produção	Alocação da P&D análise	Política implementada	Resultados principais
Diao e Roe (1996)	EGC multissetorial	Neoclássico	Dinâmico	Nacional (Estados Unidos)	Capital e trabalho	Setor produtivo	Subsídios <i>ad valorem</i> na P&D	Aumento da produtividade e transbordamentos tecnológicos
Zürn <i>et al.</i> (2007)	NEWAGE-W: multissetorial	Neoclássico	Dinâmico	Multirregional (Alemanha, países da Europa, Rússia, países da OPEP, (China, Índia e restante do mundo)	Capital, trabalho, energia e outros fatores intermediários	Fator de produção	Subsídios diretos e indiretos sobre setores de energia, produtos químicos e transporte	Aumento do PIB, maior acumulação de conhecimento, com maior uso na produção setorial
Garau e Lecca (2008)	SGEM: multissetorial	Neoclássico (mercado de trabalho inclui keynesiano)	Dinâmico	Regional (Ilha da Sardenha/Itália)	Capital e trabalho	Fator de produção	Fixação contínua do percentual de crescimento do PIB para determinar o nível de P&D	O nível de P&D para manutenção do PIB é menor no fechamento de salários negociados localmente
Bor <i>et al.</i> (2010)	SciBud-CGE: multissetorial	Neoclássico	Dinâmico	Nacional (Taiwan)	Terra, capital e trabalho	Fator de produção (público e privado)	Choque positivo na P&D pública	Elevação do crescimento econômico, emprego, competitividade exportadora. Efeitos setoriais distintos
Bye, Faehn e Grünfeld (2011)	Multissetorial	Neoclássico	Dinâmico	Nacional (Noruega)	Maquinaria, trabalho e transportes	Setor produtivo	Subsídios <i>ad valorem</i> à P&D e aos produtos baseados em P&D	Maiores vantagens para os setores intensivos em P&D, com aumento de exportação e maior

								produtividade (continua)
Autores	Tipo de modelo	Arcabouço teórico	Equilíbrio	Abrangência geográfica	Fatores de produção	Alocação da P&D análise	Política implementada	Resultados principais
Kristová (2012)	Multissetorial	Neoclássico	Dinâmico	Nacional (República Tcheca)	Capital e trabalho	Fator de produção (público e privado)	Choque no investimento em P&D	Elevação do PIB com a P&D explícita no modelo; PIB aumenta no curto e longo prazo; resultado subótimo na promoção da P&D em relação ao capital físico
Hong <i>et al.</i> (2014)	Multissetorial	Neoclássico	Dinâmico	Nacional (Coreia do Sul)	Capital e trabalho	Fator produtivo (público e privado)	Não há choque. Apenas comparação entre cenários	Modelos EGC que incluem explicitamente a P&D são uma alternativa adequada à análise de equilíbrio econômico
Pio (2016)	BIM-GERD: Multissetorial	Neoclássico	Estático	Nacional (Brasil)	Terra, capital e trabalho	Fator produtivo (capital <i>knowledge</i>)	Choque no capital <i>knowledge</i> ou de conhecimento	Cenário otimista: aumento da exportação, renda, bem-estar e na produtividade dos setores Cenário pessimista: queda na exportação, renda e bem-estar e perda de produtividade setorial
Zawalinska, Tran e Ploszaj (2019)	POLTERM: multissetorial	Neoclássico	Dinâmico	Nacional (Polônia)	Capital e trabalho	Setor produtivo	Choque na razão P&D/PIB	Aumento de despesa pública em P&D e da dedução fiscal para manter a razão P&D/PIB; crescimento econômico e do estoque de P&D; política de dedução fiscal com crescimento

Autores	Tipo de modelo	Arcabouço teórico	Equilíbrio	Abrangência geográfica	Fatores de produção	Alocação da P&D análise	Política implementada	Resultados principais
Bahia (2019)	BIM-KC: multissetorial	Neoclássico	Dinâmico	Nacional (Brasil)	Terra, capital e trabalho	Fator produtivo	Choque na mudança ordinária nas receitas de impostos sobre a produção	Benefícios de longo prazo, como aumento da produção, da acumulação de capital e do esforço inovativo
Betarelli et al.(2020)	BIM: multissetorial	Neoclássico	Dinâmico	Nacional (Brasil)	Terra, trabalho, capital físico e capital de conhecimento	Fator produtivo	Choque negativo na P&D privada como proporção do financiamento público	Os principais resultados indicaram perda na produtividade total dos fatores, eventos adversos na formação de capital físico, redução da participação econômica das indústrias mais intensivas em P&D e maior dependência do setor público para formação do estoque de conhecimento

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O Quadro 4 revela interseções e divergências interessantes entre os estudos. Com relação às interseções, todos os modelos são baseados na teoria neoclássica, com *market clearing*, concorrência perfeita, preços flexíveis e mercado de trabalho competitivo, exceto em Garau e Lecca (2008). Os modelos são multissetoriais, com insumos básicos de produção baseados em capital e trabalho. A maioria adota países como nível territorial de análise. Além disso, à exceção do modelo de Pio (2016), todos os modelos são do tipo dinâmico, quando os cenários estimados pelo modelo para os períodos seguintes são baseados nas informações disponíveis nos anos iniciais dos dados utilizados para calibração.

Quanto às divergências ou diferenças, percebe-se que não há um consenso sobre como tratar a alocação da P&D na análise, sendo basicamente incorporada aos fatores produtivos e definida como setor produtivo. Isso acaba gerando alternativas quanto à possibilidade de implementação de choques e políticas para construção de cenários, o que realmente se refletiu nos estudos consultados, geralmente focados em choque na P&D ou variáveis correlacionadas.

Quanto aos resultados, um resumo dos estudos permite afirmar que em todos há crescimento do produto da economia, aumento do conhecimento aplicado aos setores produtivos, e elevação da produtividade. Alguns estudos particularmente verificaram que os gastos em P&D promovem: i) aumento exportador; ii) transbordamentos tecnológicos (*spillovers*) intersetoriais; e iii) competitividade externa.

Entretanto, há outros efeitos sobre a economia e a produção setorial em algumas pesquisas, como: i) crescimento desbalanceado, com mais recursos sendo direcionados a setores intensivos em P&D em desfavor das indústrias tradicionais; ii) resultado subótimo na comparação entre utilização de capital físico e capital intangível (P&D); iii) pressão sobre o orçamento público para elevação do investimento em P&D.

Assim, do ponto de vista do investimento em CT&I, particularmente representado pela P&D, os estudos mostram mais benefícios do que custos para as economias submetidas à análise³².

Os estudos capturaram os dados de matrizes de contabilidade social de cada país ou regiões. É muito comum utilizar os dados dessas matrizes, pois fornecem um mapa geral do comportamento: das relações econômicas (produção e absorção) entre os setores produtivos e as *commodities* produzidas; do consumo final das famílias, do governo, da exportação; da

³² A exceção é o estudo de Betarelli et al. (2020), que foca explicitamente nos resultados da retirada do financiamento público à P&D da economia brasileira.

importação; da variação de estoques; de remunerações do trabalho, do excedente operacional, dos impostos sobre a produção e de outras tarifas.

4.4 DESCRIÇÃO DA MCS

Porém, além de dados sobre produção, absorção, consumo final e variação de estoques, impostos e remunerações, a matriz de contabilidade social e financeira (MCSF) fornece dados sobre as transações correntes, de capital e financeiras entre os agentes econômicos. Em outras palavras, a MCSF funciona como um meio de rastrear a renda gerada e distribuída em um território econômico. A matriz é quadrada e segue o método das partidas dobradas, onde cada crédito corresponde a um débito de igual magnitude. As linhas correspondem a recebimentos de renda. As colunas, por outro lado, designam os gastos da renda gerada pelos agentes econômicos e financeiros.

Esses agentes nacionais são: famílias, governo e empresas. O agente internacional, denominado restante do mundo, representa o contato econômico dos agentes nacionais da unidade territorial com agentes de outros países.

A MCSF elaborada por Burkowski, Perobelli e Araújo Júnior (2020) com base em Burkowski, Perobelli e Perobelli (2016), é composta por: 128 *commodities* (bens e serviços); 68 setores produtivos; três fatores de produção; quatro agentes institucionais de conta corrente (empresas não financeiras, empresas financeiras, administração pública ou governo e famílias); quatro agentes institucionais na conta capital (trata-se dos mesmos agentes da conta corrente); e oito instrumentos na conta financeira. Esses instrumentos são: ouro monetário e depósitos especiais de saques (DES); numerário e depósitos; títulos, exceto ações; empréstimos e financiamentos; ações e outras participações de capital; reservas técnicas de seguros; derivativos financeiros; outros créditos e débitos.

É possível obter várias transações econômicas de fluxo por meio da MCSF, como poupança, transferências correntes e de capital, variação de ativos e passivos tanto nacionais quanto internacionais.

Observa-se, nos modelos ora apresentados, a ausência do uso das transferências públicas e/ou privadas de gastos em CT&I e P&D da MCSF para investigar os efeitos do investimento em conhecimento sobre a economia. Como alternativa factível, esta pesquisa se baseará em um modelo EGC adequado à análise, além da incorporação do capital dos fundos no valor adicionado, das transações entre agentes econômicos com relação a algumas variáveis da matriz, como remuneração pelo excedente operacional bruto, a renda das

famílias, das empresas e do governo, e as transferências entre os agentes econômicos, com atenção especial àquelas representativas dos fundos setoriais.

Por outro lado, as transações financeiras da matriz não serão utilizadas na modelagem, pelo fato de não serem necessárias à análise. Assim, a matriz a ser considerada é a MCS.

Essa abordagem, por sua vez, abre novas perspectivas de pesquisa, ao verificar os desdobramentos do financiamento à CT&I nos elementos da MCS e seu comportamento agregado diante de uma política orientada à inovação ou não.

Para isso, a modelagem foi realizada com o modelo *Brazilian General Equilibrium Model with Sectoral Funds* (BRAGEMSF). Esse modelo possui abertura da MCS para a economia brasileira com foco nas transações correntes entre governo e empresas, sobretudo aquelas representadas pelos fundos setoriais.

4.5 BRAGEMSF: BRAZILIAN GENERAL EQUILIBRIUM MODEL WITH SECTORAL FUNDS

O modelo BRAGEMSF é um modelo EGC baseado no modelo PHILGEM. O PHILGEM foi desenvolvido para a economia filipina, e possui abertura para a MCS (CORONG; HORRIDGE, 2012). O próprio modelo PHILGEM é baseado no modelo ORANI-G, desenvolvido para a economia australiana. Assim, o PHILGEM possui a mesma estrutura teórica e funcional do ORANI-G. A diferença encontra-se na estrutura extra de equações para tratar os fluxos da MCS.

O BRAGEMSF é composto por um conjunto de equações lineares, de acordo com a estrutura funcional dos modelos citados anteriormente. A grande maioria das equações foi mantida. As equações acrescentadas foram aquelas relacionadas à inclusão do estoque de capital de conhecimento representado pelos fundos setoriais na matriz de absorção e como transações adicionais nas transferências correntes na MCS.

As equações do BRAGEMSF descrevem as relações da economia nacional de acordo com os modelos EGC conhecidos na literatura. Algumas demandas são relacionadas aos produtores, à formação de capital, às famílias, à exportação e ao governo. Aliado a isso, há a condição de equilíbrio entre oferta e demanda para *commodities* e fatores de produção primários. O modelo ainda contém outras variáveis macroeconômicas e índices de preços, indispensáveis para a solução de um modelo EGC.

A parte da MCS conta com equações comportamentais e identidades que explicitam e descrevem a renda e as transferências das famílias, empresas e governo, e os recebimentos

domésticos e as transferências oriundas do restante do mundo. Algumas modificações foram realizadas nas equações de equilíbrio da MCS, objetivando contemplar transferências e outros detalhes que não foram considerados no modelo PHILGEM. Essas modificações serão descritas à frente.

Conforme outros modelos EGC, os agentes econômicos seguem o arcabouço teórico neoclássico. O comportamento dos agentes econômicos é baseado em equações de otimização, isto é, segundo minimização de custo para as empresas (ou maximização de lucro) e maximização da utilidade para os consumidores (ou minimização da restrição orçamentária), entre outros. Portanto, os agentes são: tomadores de preço; os produtores operam em mercados de concorrência perfeita; e não há lucros econômicos ou puros, ou seja, lucros acima do custo médio.

4.5.1 Estrutura econômica do modelo

O BRAGEMSF é composto por I setores industriais produtores de *commodities* e cinco componentes da demanda final, a saber:

- investidores compostos por I indústrias;
- uma família representativa;
- um comprador estrangeiro agregado de exportações;
- demanda governamental;
- e variação de estoques.

Antes de passar às especificidades de cada um dos agentes da demanda final, a Figura 5 apresenta a estrutura básica da matriz de absorção do modelo.

Figura 5 - Estrutura básica de dados do modelo BRAGEMSF

		Matriz de absorção					
		1	2	3	4	5	6
		Produtores	Investidores	Famílias	Exportação	Governo	Estoques
Tamanho		← I →	← I →	← I →	← I →	← I →	← I →
Fluxos básicos	↑ C×S ↓	V1BAS	V2BAS	V3BAS	V4BAS	V5BAS	V6BAS
Margens	↑ C×S×M ↓	V1MAR	V2MAR	V3MAR	V4MAR	V5MAR	-
Taxas	↑ C×S ↓	V1TAX	V2TAX	V3TAX	V4TAX	V5TAX	-
Trabalho	↑ O ↓	V1LAB	C = número de <i>commodities</i> I = número de indústrias S = fonte de absorção (doméstico e importado) O = número de tipos de ocupação M = número de <i>commodities</i> usadas como margens				
Capital físico	↑ 1 ↓	V1CAP					
Capital de conhecimento	↑ 1 ↓	V1CPD					
Terra	↑ 1 ↓	V1LND					
Taxa de produção	↑ 1 ↓	V1PTX					
Outros custos	↑ 1 ↓	V1OCT					

	Matriz conjunta de produção	Imposto de importação
Tamanho	← I →	← I →
↑ C ↓	MAKE	V0TAR

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Corong e Horridge (2012).

De acordo com a Figura 5, cada entrada nas colunas da matriz de absorção indica as compras de cada agente do modelo. As *commodities* são definidas pelo tipo c e são obtidas domesticamente ou por importação, conforme a fonte de absorção (s). Assim, essas *commodities* são utilizadas pelas indústrias para a manufatura de produtos e formação de capital, além de serem consumidas por famílias, governo ou exportação. Podem ainda entrar na variação de estoques, de acordo com o ritmo de consumo das mesmas em um determinado ano. Somente bens produzidos internamente são direcionados à exportação.

As margens de transporte utilizadas no modelo são comércio e transporte. São produzidas internamente e valoradas a preços básicos. A produção requer insumos advindos de quatro categorias de fatores primários: trabalho (VILAB), capital físico (VICAP), capital de conhecimento (VICPD)³³ e terra (VILND).

Os impostos sobre as *commodities* são pagos nas aquisições dos produtos. As taxas sobre a produção incluem impostos sobre a produção ou subsídios (V1PTX). Os outros custos (VIOCT) são referentes a outros custos pagos pelas firmas, tais como outros impostos e multas, por exemplo.

A matriz MAKE contém o valor do produto de cada *commodity* para cada indústria do modelo. O imposto de importação (V0TAR) se refere a impostos aplicados sobre os produtos adquiridos fora do país ou importados.

A MCS do BRAGEMSF é representada pela Figura 6 a seguir. Como a MCS contém as relações entre *commodities* intermediárias e produzidas localmente e internacionalmente, além dos fatores primários e taxas de produção, estes irão constar na estrutura da figura, que nada mais é do que um retrato mais apurado das relações econômicas nacionais, as quais vão além de uma matriz insumo-produto (MIP). É importante mencionar que a Figura 6 complementa os fluxos entre os agentes econômicos da Figura 5 (matriz de absorção).

³³ Essa modificação será tratada com propriedade na seção 4.6.

10 Famílias	↑ H ↓				V1LAB_I	VHOUGOS			
11 Empresas	↑ 16 ↓					VENTGOS			
12 Governo	↑ 1 ↓					VGOVGOS	V1PTX + V1OCT	V0TAX	V0TAR
13 Investimento público	↑ 16 ↓								
14 Poupança	↑ 1 ↓								
15 Variação de estoques	↑ 1 ↓								
16 Restante do mundo	↑ 1 ↓			V0CIF					
17 Total	↑ 1 ↓	Produto	Oferta de <i>commodities</i> domésticas	Oferta de <i>commodities</i> importadas	Custos salariais	Custo do capital	Imposto sobre a produção	Imposto sobre <i>commodity</i>	Tarifa

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Corong e Horridge (2012).

Nesta representação da estrutura da MCS, as células de interesse são aquelas em que entradas estão em negrito, que geralmente não costumam ser explícitas em um modelo EGC convencional. A abreviação VHOUGOS se refere à renda recebida das famílias com relação ao excedente operacional bruto da economia e ao rendimento misto bruto. Os demais, VENTGOS e VGOVGOS estão relacionados à parcela do excedente operacional das empresas e do governo, respectivamente. O somatório de todas as três parcelas do excedente operacional bruto e rendimento misto equivalem à remuneração do fator capital da economia brasileira no ano de 2017, representado por V1CAP e V1CPD.

A Figura 7 reúne as informações acerca da outra parte da MCS agregada do modelo.

Figura 7 - Estrutura da MCS agregada do modelo BRAGEMSF (parte 2)

9 Imposto direto	10 Famílias	11 Empresas	12 Governo	13 Investimento do governo	14 Investimento privado	15 Variação de estoques	16 Restante do mundo	17 Total
← 1 →	← H →	← 16 →	← 1 →	← I,F →	← I →	← I →	← 1 →	← 1 →
								Vendas
	V3BAS(dom) + V3MAR		V5BAS(dom) + V5MAR	V2BAS(dom) + V2MAR	V2BAS(dom) + V2MAR	V6BAS(dom)	V4BAS(dom) + V4MAR	Demanda por <i>commodities</i> domésticas
	V3BAS(imp)		V5BAS(imp)	V2BAS(imp)	V2BAS(imp)	V6BAS(imp)		Demanda por <i>commodities</i> importadas
								Renda salarial
								Renda do capital
								Imposto sobre a produção
	V3TAX		V5TAX	V2TAX	V2TAX		V4TAX	Imposto sobre <i>commodity</i>
								Tarifa
	VTAXHOU	VTAXENT						Imposto de renda
	VHOUHOU	VHOUENT	VHOUGOV				VHOUROW	Renda das famílias
	VENTHOU		VENTGOV	VSFGOV			VENTROW	Renda das empresas
VTAXHOU	VGOVHOU	VGOVENT					VGOVROW	Renda do

+ VTAXENT								governo
		VSFENT	VGOVINV					Investimento público
	VSAVHOU	VSAVENT	VSAVGOV				VSAVROW	Poupança
					VSTKINV			Variação de estoques
	VROWHOU	VROWENT	VROWGOV					Receitas de câmbio
Imposto de renda	Gastos das famílias	Gasto das empresas	Gasto público	Investimento público	Investimento privado	Variação de estoques	Receitas de câmbio	

Fonte: Adaptado pelo autor com base Corong e Horridge (2012).

Continuando a especificidade das relações entre os agentes econômicos via MCS, as abreviações VTAXHOU e VTAXENT (coluna 9 – Imposto Direto) são o imposto de renda pessoa física e o imposto de pessoa jurídica das empresas, os quais são arrecadados pelo governo junto às famílias e empresas. Na coluna 10 – Famílias, VHOUHOU significa a transferência de recursos entre as famílias; VENTHOU está relacionado às transferências das famílias às empresas; VGOVHOU são as transferências das famílias ao governo; VSAVHOU é a poupança das famílias; e VROWHOU são as transferências das famílias ao restante do mundo.

Na coluna 11 – Empresas, VHOUEENT corresponde à renda e/ou dividendos pagos pelas empresas às famílias; VGOVENT são as transferências efetuadas pelas empresas ao poder público; VSAVENT é a poupança empresarial; e VROWENT são os pagamentos das empresas ao restante do mundo.

Na coluna 12 – Governo, VHOUGOV está relacionado às transferências governamentais às famílias; VENTGOV é o valor das transferências governamentais às empresas; VGOVINV é o investimento público realizado pelo governo; VSAVGOV é a poupança pública; VROWGOV são as transferências governamentais aos agentes econômicos do restante do mundo. Na coluna 14 – Investimento privado, VSTKINV é a variação de estoques, resultado do investimento privado das indústrias.

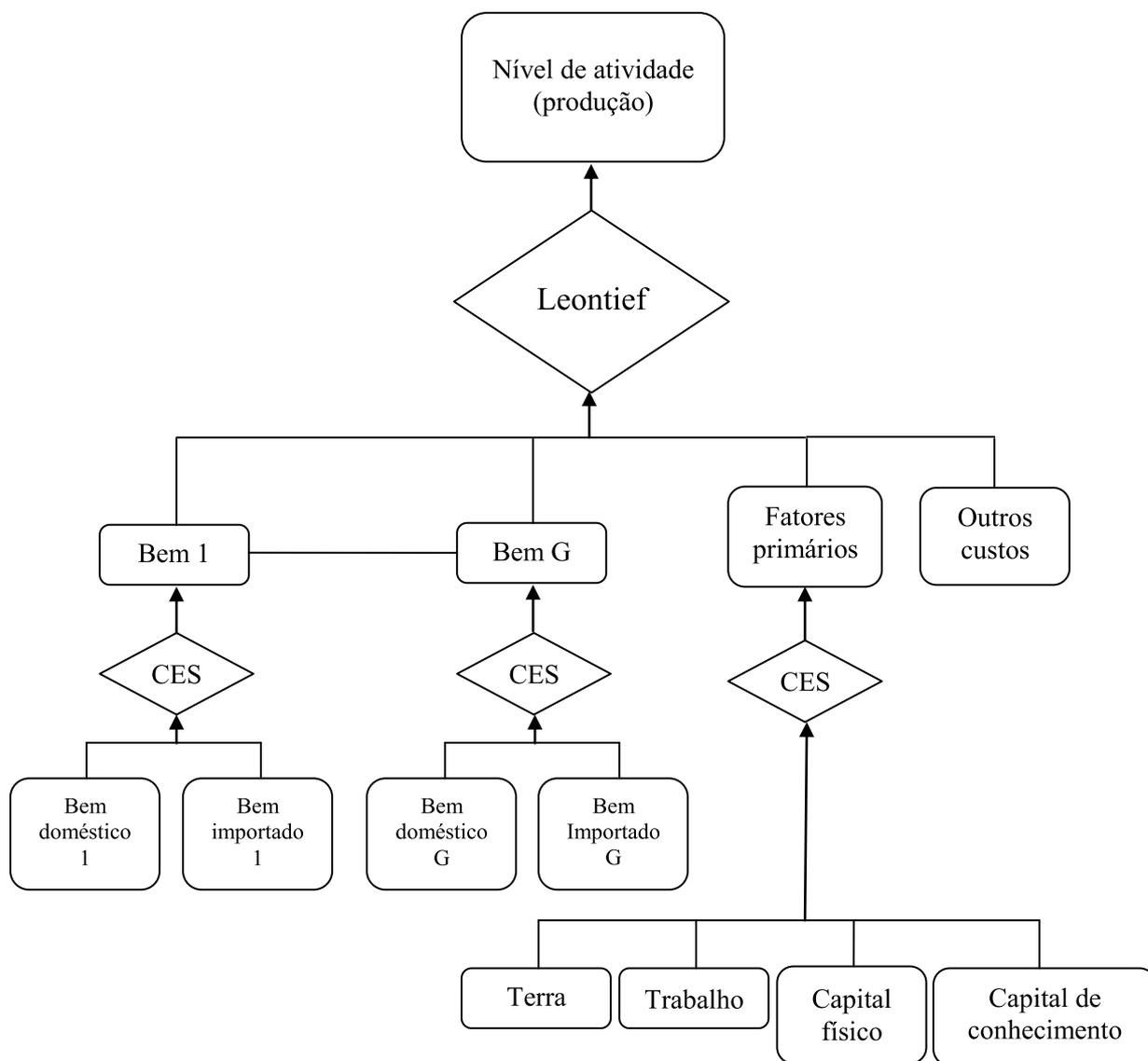
E, por fim, na coluna 16 – Restante do mundo – estão reunidas as transferências do restante do mundo para a economia doméstica: VHOUROW são os pagamentos do restante do mundo às famílias; VENTROW são os recebimentos, pelas empresas, de valores do restante do mundo; VGOVROW são as transferências do restante do mundo ao governo; e VSAVROW é a poupança externa gerada pelas relações econômicas com o restante do mundo.

As variáveis VSFGOV e VSFENT foram adicionadas à MCS para representar o valor executado do orçamento dos fundos setoriais em 2017. A célula VSFGOV representa o total executado pelo FNDCT, sob a tutela da Finep e/ou CNPq em recursos para CT&I para as firmas no Brasil. A célula VSFENT, por outro lado, refere-se à arrecadação dos fundos setoriais no ano considerado, o qual é captado por meio de contribuições tributárias e outros mecanismos incidentes na receita das empresas, conforme descrito anteriormente.

4.5.2 Estrutura hierárquica de produção

A Figura 8 apresenta a estrutura hierárquica de produção do modelo.

Figura 8 - Estrutura hierárquica de produção do modelo BRAGEMSF



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Corong e Horridge (2012).

Como se pode observar na Figura 8, o valor adicionado de produção é formado pela Terra (V1LND), o Trabalho (V1LAB), o Capital Físico (V1CAP) e o Capital de Conhecimento (V1CPD). Combinados em uma função de tecnologia de produção CES (*constant elasticity of substitution*), compõem os fatores primários de produção.

O capital total do modelo BRAGEMSF é composto pelo estoque de capital físico e pelo estoque de capital de conhecimento. O somatório de ambos proporciona o estoque de

capital utilizado na produção, sendo que não foi prevista qualquer substitubilidade ou combinação entre eles, pois o capital de conhecimento é utilizado para fins diferentes do capital físico, como, por exemplo, a produção de novas invenções e inovações na economia³⁴.

Os bens para produção se dividem em domésticos e importados, e são combinados de acordo com uma função CES. Os bens combinados e os fatores primários são então submetidos a uma função de produção Leontief, que proporciona uma demanda fixa dos insumos produtivos. A tecnologia de produção Leontief determina a existência de retornos constantes de produção, ou seja, os bens intermediários e os fatores produtivos primários não se alteram devido a mudanças nos preços relativos.

As seguintes equações representam a estrutura hierárquica de produção descrita acima (HONG *et al.*, 2014; PIO, 2016):

$$Z_i = g(VA_i, X_i) = \min(VA_i, X_i) \quad (1)$$

$$VA_i = f(L_i, La_i, C_i, K_i) = CES(L_i, La_i, C_i, K_i) \quad (2)$$

$$X_i = s(X_{dom_i}, X_{imp_i}) = CES(X_{dom_i}, X_{imp_i}) \quad (3)$$

em que Z_i são os bens finais produzidos na economia através de uma função de produção minimizadora de custos (Leontief) e são função do valor adicionado e dos bens intermediários (Equação 1); o valor adicionado é composto pela terra (L), o Trabalho (La), o Capital Físico (C) e o Capital de Conhecimento (K), pelos quais se obtêm os fatores primários organizados por uma função de tecnologia CES (Equação 2); e os bens intermediários (X) utilizados na produção são especificados por meio de uma função CES definidora da substitubilidade entre os bens intermediários domésticos e importados (Equação 3). O subscrito i corresponde aos setores produtivos. No BRAGEMSF, tem-se que i é igual a 65 setores ou indústrias.

No BRAGEMSF, cada indústria é capaz de produzir muitas *commodities*, dados os insumos disponíveis na economia nacional (bens intermediários domésticos e importados e fatores primários), o que é compatível com a linhagem de modelos EGC baseada na família ORANI-G.

4.6 MODELAGEM DOS FUNDOS SETORIAIS NO BRAGEMSF

³⁴ Entretanto, não há impedimento para que ambos sejam complementares no processo de inovação, dada a própria dinâmica inovativa das firmas brasileiras (RAPINI, 2010). Porém, isso não foi realizado no modelo desta Tese. Pode-se encontrar a opção pela ausência de complementaridade entre os capitais em Betarelli Junior *et al.* (2020).

A inclusão dos fundos setoriais no modelo BRAGEMSF foi realizada por meio de alterações específicas na estrutura da MCS e na matriz de absorção da economia. Os detalhes estão especificados nos dois subtópicos a seguir.

4.6.1 Fundos setoriais e a matriz de absorção

Considerando-se as propostas de inserção do capital de conhecimento (V1CPD) no modelo segundo Betarelli Junior *et al.* (2020), Bahia (2019), Pio (2016), Hong (2014), Krístová (2012), Bor *et al.* (2010), Garau e Lecca (2008) e Zürn *et al.* (2007), os valores despendidos nos fundos setoriais são tratados como os recursos financeiros que dão origem ao estoque de capital de conhecimento (*knowledge capital*) ou estoque de capital de CT&I.

Em outras palavras, o próprio recurso financeiro originado no orçamento dos fundos setoriais não se configura propriamente o estoque de capital de conhecimento da economia. Na verdade, a remuneração dos fundos, conforme será visto a partir de agora, é que se pode chamar de capital de conhecimento com exatidão.

Assim, o estoque de capital de conhecimento está representado da seguinte forma no modelo, representado pela Equação 4:

$$V1CPD(i) = p1cpd(i) * x1cpd(i) \quad (4)$$

Conforme V1CAP, que é o estoque de capital físico, o estoque de capital V1CPD também é incluído no modelo segundo sua remuneração.

Sobre essa remuneração, há posições divergentes na literatura com relação ao retorno do capital de conhecimento. Hall, Mairesse e Mohnen (2010) realizaram um *survey* da literatura pertinente ao retorno da P&D³⁵. A maior parte dos estudos listados pelos autores reportou taxas de retorno no intervalo entre 20% e 30% com relação aos métodos de cálculo. Esses estudos estavam focados na obtenção de dados para os países desenvolvidos e mais próximos da fronteira tecnológica. Outro estudo, o de Wieser (2005), mostrou taxa de retorno média de 28,3% ao ano para os países da amostra.

Nesta tese, a remuneração escolhida foi de 30% em relação ao capital dos fundos setoriais. A justificativa se baseia na: i) focalização do capital em CT&I representado pelos

³⁵ Neste caso, a P&D é tratada como uma *proxy* da CT&I. Trata-se também de uma de suas etapas mais importantes.

fundos, conforme proposta estabelecida na origem dos atos legais de criação e regulamentação dos mesmos (os recursos financeiros dos fundos são aplicados apenas nos setores nos quais são arrecadados); ii) escassez de capital de conhecimento originado no sistema financeiro em países em desenvolvimento, aquele que é disponibilizado por meio de instrumentos de incentivo tende a potencializar o aproveitamento da P&D nas firmas do ponto de vista da eficiência produtiva (ARAÚJO *et al.*, 2012).

Como o somatório de V1CAP e V1CPD equivale ao estoque total do capital no modelo BRAGEMSF, a parcela da remuneração do capital físico no modelo proposto nesta Tese é encontrada da seguinte forma, de acordo com a Equação 5:

$$V1CAP = EOB - V1CPD \quad (5)$$

onde EOB é o excedente operacional bruto acrescido do rendimento misto bruto. Assim, a remuneração de ambos os capitais são relacionadas, retratando uma realidade inerente à economia brasileira, onde o capital físico incorporado em máquinas e equipamentos também é considerado no processo de desenvolvimento da CT&I no país³⁶.

4.6.2 Fundos setoriais e a matriz de contabilidade social

Além da representação da remuneração dos fundos setoriais na matriz de absorção, estes foram incluídos na MCS como: remuneração do EOB de famílias, empresas e governo; investimento público em CT&I (transferência de capital dos fundos setoriais às empresas) e transferência de capital das empresas ao governo para a formação do *funding* dos fundos setoriais. Para isso, as variáveis VSFENT e VSFGOV foram criadas para representar a entrada e a saída de capital de CT&I dos fundos setoriais, respectivamente.

A linha e a coluna da MCS referentes às empresas passaram a contar com a dimensão 16x16, contemplando assim a abertura para os 16 fundos setoriais desta pesquisa. As variáveis, como impostos diretos das empresas e transferências para outras instituições, foram, dessa maneira, abertas de acordo com o número de fundos, sendo os valores das variáveis ponderados pelo peso de cada fundo no total do orçamento executado para o ano de 2017.

³⁶ Apesar disso, conforme mencionado anteriormente, não houve intenção de torná-los substituíveis entre si no processo produtivo. Desse modo, ambos fazem parte do valor adicionado da economia, cada um com suas características próprias.

A coluna do investimento público também passou a contar com mais uma dimensão: f , que significa a mesma abertura mencionada anteriormente. Assim, o investimento público passa a contar com as dimensões i (setores) e f (fundos setoriais).

Foram criadas equações para a variação de VSFENT e VSFGOV. A variação linear percentual dessas variáveis no BRAGEMSF foi definida como $wsfent$ e $wsfgov$, respectivamente. Para $wsfent$, a seguinte equação (6) foi estabelecida:

$$wsfent = went \quad (6)$$

onde $went$ representa a receita das empresas antes de quaisquer impostos, composta pelo excedente operacional bruto (VENTGOS), transferência das famílias às empresas (VENTHOU), transferência do restante do mundo para as empresas (VENTROW), transferência do governo para as empresas (VENTGOV) e VSFGOV, que são as transferências de capital dos fundos do governo para as empresas. A escolha da receita das empresas para a variação de $wsfent$ se deve ao fato de o capital dos fundos setoriais ser alimentado por impostos e contribuições pagos pelas empresas de cada setor, os quais são apurados ora sobre a receita bruta, ora sobre o lucro.

No tocante à variável $wsfgov$, a seguinte equação foi construída:

$$wsfgov = w0tax_csi \quad (7)$$

onde $w0tax_csi$ são os impostos indiretos arrecadados pelo governo no modelo BRAGEMSF. Essa associação se origina no fato de o capital dos fundos setoriais, depositado no FNDCT, ser constituído de arrecadação via impostos, taxas e outras contribuições indiretas, pagos pelas empresas e transferidos ao governo, como aqueles coletados por meio da CIDE e IPI, por exemplo, conforme observado no Quadro 3.

4.7 DADOS DO MODELO E CALIBRAGEM

O modelo BRAGEMSF é composto por 124 *commodities*, 65 indústrias e duas margens (comércio e transporte). Os dados da MIP e da MCS referem-se ao ano de 2017 (BURKOWSKI; PEROBELLI; PEROBELLI, 2016; BURKOWSKI, PEROBELLI; ARAÚJO JÚNIOR, 2020).

A especificação das elasticidades e calibragem dos parâmetros foi realizada por meio dos dados dos modelos EGC estimados para a economia brasileira. Os valores para algumas elasticidades podem ser encontrados no Anexo A e no Anexo B.

Algumas modificações foram realizadas nas equações do BRAGEMSF com relação ao PHILGEM. Resumidamente, realizaram-se as seguintes alterações:

a) quanto à matriz de absorção:

i) adequação e reprodução, no TABLO, das equações relacionadas à VICAP para V1CPD, a fim de especificar as relações do capital de conhecimento representado pelos fundos setoriais na economia brasileira em 2017.

b) quanto à MCS:

i) acréscimo de V1CPD à renda do excedente operacional bruto das famílias, das empresas e do governo. Com isso, o retorno do estoque de capital de conhecimento é contabilizado na renda desses três agentes da demanda final;

ii) criou-se, nas equações do TABLO do BRAGEMSF, o escalar VENTGOV, correspondente às transferências do governo para as empresas. Essa relação estava ausente no modelo PHILGEM, assim como sua inclusão na checagem da MCS do modelo. Além disso, tratou-se de adicionar o escalar VENTGOV à renda das empresas (VENT), a fim de se calcular corretamente a poupança das mesmas (VSAVENT);

iii) o mesmo VENTGOV foi incluso no gasto corrente do governo, denominado na fórmula do VCURGOV (gasto corrente do governo);

iv) na definição da checagem da MCS pelo modelo, os escalares VENTGOV e VROWHOU (transferências das famílias ao restante do mundo) foram adicionados, assim como a contabilização das margens de comércio e transporte para o governo (V5MAR), as quais estavam ausentes no modelo-base do BRAGEMSF. Ressalta-se que o escalar VROWHOU já existia no modelo, mas não fora considerado na formação dos gastos das famílias na checagem da matriz.

v) foram criados os escalares dos fundos setoriais: VSFGOV e VSFENT. O VSFGOV representa o valor total disponibilizado pelo governo às empresas de cada setor para investimento em CT&I em conformidade com os fundos setoriais. O VSFENT representa o valor total arrecadado pelo governo junto às empresas para depósito no FNDCT a título de cada fundo setorial. De acordo com os valores existentes no FNDCT são determinados o orçamento previsto e executado dos fundos setoriais. Ademais, para manter o equilíbrio do

investimento do governo no modelo, os valores arrecadados e repassados às empresas foram definidos como idênticos no ano considerado nesta pesquisa.

4.8 FECHAMENTO DO MODELO

O fechamento do modelo reúne as variáveis exógenas do modelo EGC e especifica qual será a escolhida para receber o choque. Aliado a isso, a magnitude do choque também é definida nessa etapa.

O fechamento será de longo prazo em estática comparativa, devido à natureza de maturação dos investimentos em CT&I, que são caracterizados pelo longo prazo (O’SULLIVAN, 2013). A estática comparativa foi escolhida porque é suficiente para a realização da análise de sensibilidade proposta nesta Tese, o que inclui a verificação do efeito do choque exógeno sobre o uso de fatores, a absorção de trabalho, a variação do investimento e da produção, a competitividade das exportações brasileiras e outras variáveis macroeconômicas. Além disso, de acordo com Guilhoto (2011), a estática comparativa é suficiente para o desenvolvimento de um estudo multisetorial da economia.

As variáveis exógenas do BRAGEMSF serão aquelas pré-determinadas pelo modelo PHILGEM, o qual possui seu fechamento baseado no modelo ORANI-G. A principal diferença entre os modelos PHILGEM e ORANI-G se encontra na adição de algumas variáveis exógenas referentes à MCS. E a distinção entre os fechamentos do BRAGEMSF e do PHILHEM reside na inclusão da variável exógena referente ao capital de conhecimento do modelo. Essa variável exógena de interesse para choque no longo prazo é $x1cpd$, que é o estoque do capital de conhecimento, representado pela remuneração dos fundos setoriais.

O Quadro 5 reúne as variáveis do fechamento de longo prazo do modelo BRAGEMSF.

Quadro 5 - Fechamento de longo prazo do modelo BRAGEMSF

(continua)

Variáveis exógenas	Descrição
$x1lnd$	Uso da terra
$x1cpd$	Estoque de capital de conhecimento
$alcap$	Mudança técnica no uso do capital físico
$allab_o$	Mudança técnica no uso do trabalho
$alland$	Mudança técnica no uso da terra
$alcpd$	Mudança técnica no uso do capital de conhecimento
$alprim$	Mudança técnica no uso dos fatores primários de produção

(conclusão)

Variáveis exógenas	Descrição
a1tot	Mudança técnica no uso dos bens intermediários
a2tot	Mudança técnica neutra do investimento
delx6	Demanda real por estoques por <i>commodity</i>
f4p	Deslocamento no preço da demanda por exportações
f4q	Deslocamento na quantidade da demanda por exportações
f4p_ntrad	Deslocamento uniforme na demanda para exportações coletivas com relação ao preço
f4q_ntrad	Deslocamento uniforme na demanda para exportações coletivas com relação à quantidade
pf0cif	Índice de preço CIF das importações
delPTXRATE	Mudança na taxa de impostos sobre a produção
f0tax_s	Deslocamento do imposto geral das vendas
f1tax_csi	Varição uniforme (%) do poder dos impostos sobre o uso dos bens intermediários
f2tax_csi	Varição uniforme (%) no poder dos impostos sobre o investimento
f3tax_cs	Varição uniforme (%) no poder dos impostos sobre o uso das famílias
f5tax_cs	Varição uniforme (%) no poder dos impostos sobre o uso das famílias
t0imp	Poder da tarifa
f4tax_trad	Varição uniforme (%) no poder dos impostos sobre exportações comercializáveis
f4tax_ntrad	Varição uniforme (%) no poder dos impostos sobre exportações não comercializáveis
f1oct	Deslocamento no preço dos outros custos
f5	Deslocamento da demanda do governo
phi	Taxa de câmbio nominal (o numerário)
qh	Número de famílias
a3_s	Mudança nos gostos ou preferências
capslack	Variável para fixação do capital agregado
finv2	Deslocamento para a regra de investimento “exógena”
flaxent	Taxa <i>ad valorem</i> de imposto corporativo
f_inctaxrate_h	Deslocamento do imposto de renda para as famílias (total)
f_inctaxrate	Deslocamento do imposto de renda para as famílias (por faixa de renda)
s2gov	Participação governamental no investimento por indústria
f3toth	Relação da função de consumo [consumo/PIB]
delB	Razão nominal entre o saldo da balança comercial e o PIB
gret	Taxa bruta de retorno do capital
employ_i	Emprego agregado ponderado pela folha salarial
f5tot2	Razão entre o termo geral de deslocamento da demanda o governo e o consumo real das famílias
invslack	Variável de investimento para exogeneizar o investimento agregado
finv3	Deslocamento para a regra de investimento de longo prazo

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Corong e Horridge (2012).

Como pode ser deduzido pela observação do Quadro 5, o capital físico é endógeno no longo prazo, assim como os salários reais, o que permite que o trabalho seja alocado entre os setores da economia. O estoque de capital de conhecimento, por sua vez, não possui a mesma configuração, pois é exogenamente determinado na concessão de recursos dos fundos pela Finep e/ou pelo CNPq. Além disso, a própria variável foi mantida exógena para que o choque pudesse ser realizado. O mesmo procedimento foi adotado em outros estudos (PIO, 2016).

4.9 DEFINIÇÃO DO CHOQUE E DA ESTRATÉGIA DE SIMULAÇÃO

O choque implementado nesta Tese não foi realizado diretamente no valor orçamentário de cada fundo setorial. Na verdade, o choque foi efetuado no estoque do capital de conhecimento, que é composto pelo estoque de capital direcionado à CT&I presente na economia brasileira para 2017, oriundo exclusivamente da remuneração dos fundos setoriais, descrita anteriormente.

A definição da magnitude do choque contou com o subsídio do investimento governamental em CT&I no Brasil.

No processo de definição da magnitude do choque, o orçamento executado dos fundos setoriais no período 2015 a 2021 foi consultado. Contudo, a pesquisa não trouxe resultados satisfatórios do ponto de vista do comportamento da série: os valores do financiamento com lastro nos fundos setoriais não possuem a previsibilidade necessária para sua utilização como balizador do choque. Nesses sete anos, há muitos aumentos e decréscimos na taxa de variação obtida para o orçamento dos fundos. Sendo assim, preferiu-se justificar o tamanho do choque em outra variável.

O investimento governamental em C&T no Brasil, financiado pelo governo federal, foi obtido por meio da planilha de dispêndios em C&T no país, disponibilizada por MCTI (2022). O período disponível foi 2000 a 2019.

Por meio do cálculo simples de taxa de variação, verificou-se que o crescimento médio nominal anual do investimento governamental em C&T³⁷ foi da ordem de 9,75% a.a. no Brasil no período mencionado.

Esse percentual pode ser considerado como uma boa *proxy* do capital investido em C&T no país, pois segundo De Negri (2021), o MCTI concentra as principais agências,

³⁷ A C&T inclui o financiamento público à P&D e às atividades científicas e técnicas correlatas (ACTC) a ela. Inclui ainda o investimento na pós-graduação como *proxy* do gasto em P&D nas instituições de ensino superior (IES) (MCTI, 2022).

instituições e fundos de fomento à P&D no Brasil, incluindo, entre eles, o FNDCT, que tem nos fundos setoriais uma das principais fontes de captação de recursos financeiros para a realização de CT&I.

Portanto, a magnitude nominal adotada para o choque exógeno foi definida em 10%, um pequeno arredondamento da variação percentual original do investimento governamental em C&T.

Relativamente ao choque, foram construídos dois cenários:

- cenário 1 ou otimista: choque positivo em $x1cpd$, significando elevação na remuneração do capital em CT&I oriundo dos fundos setoriais;
- cenário 2 ou pessimista: choque negativo em $x1cpd$, indicando redução na remuneração do capital em CT&I oriundo dos fundos setoriais.

4.9.1 Efeitos sistêmicos nas relações causais do modelo

Espera-se que o aumento (redução) do estoque de capital de conhecimento no longo prazo afete diretamente a produção dos setores beneficiados pelos recursos dos fundos setoriais e indiretamente os demais setores do modelo, via encadeamento produtivo. Assim, espera-se que os setores sujeitos ao choque do cenário otimista (pessimista) apresentem um incremento (diminuição) no nível de atividade econômica devido à existência de encadeamentos produtivos na economia brasileira.

Acerca dos setores afetados pelo choque, estes foram definidos de acordo com a aderência *ad hoc* de cada fundo setorial aos dos setores produtivos do modelo e representados por V1CPD³⁸.

Como houve, para alguns fundos, uma aderência *ad hoc* para mais de um setor no mesmo fundo, utilizou-se o valor bruto da produção (VBP) relativo³⁹ de cada setor como referência para a distribuição dos recursos financeiros entre os setores contemplados para

³⁸ Foi solicitado à Finep, via Lei de Acesso à Informação, a classificação CNAE 2.0 dos recursos financeiros destinados às IES e às empresas através dos fundos setoriais para compatibilização com os setores do BRAGEMSF, conforme proposto e realizado por Bahia (2019). Apesar de os dados terem sido enviados ao pesquisador, estes continham a classificação CNAE 2.0 das instituições que receberam os recursos, e não a classificação da finalidade dos valores repassados. Sendo assim, a compatibilização foi realizada *ad hoc*, de acordo com a melhor aderência de cada fundo a um determinado setor.

³⁹ O VBP relativo foi calculado por meio da razão simples entre o VBP de cada setor e o VBP total da economia brasileira para o ano de 2017, conforme disponíveis na MIP.

cada um dos fundos com dois setores ou mais. Os setores selecionados para a constituição de VICPD com relação à remuneração setorial dos fundos estão dispostos no Quadro 6.

Quadro 6 - Compatibilização entre os fundos setoriais e os setores do modelo BRAGEMSF

Fundo setorial	Setores
CT-Agronegócio	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita
	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária
CT- Amazônia	Produção florestal; pesca e aquicultura
CT-Petro	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio
	Refino de petróleo e coquerias
	Fabricação de biocombustíveis
CT-Mineral	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos
	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamento e aglomeração
	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos
CT-Biotecnologia	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros
	Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos
	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
CT-Informática	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
CT-Inovar Auto	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças
CT-Energia	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades
CT-Hidro	Água, esgoto e gestão de resíduos
CT-Infra	Construção
CT-Transporte CT-Aeronáutico CT-Transporte Aquaviário e de Construção Naval	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
	Transporte aéreo*
	Transporte aquaviário*
CT-Espacial	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas
CT-Verde Amarelo	Educação pública
	Educação privada
CT-Saúde	Saúde pública
	Saúde privada

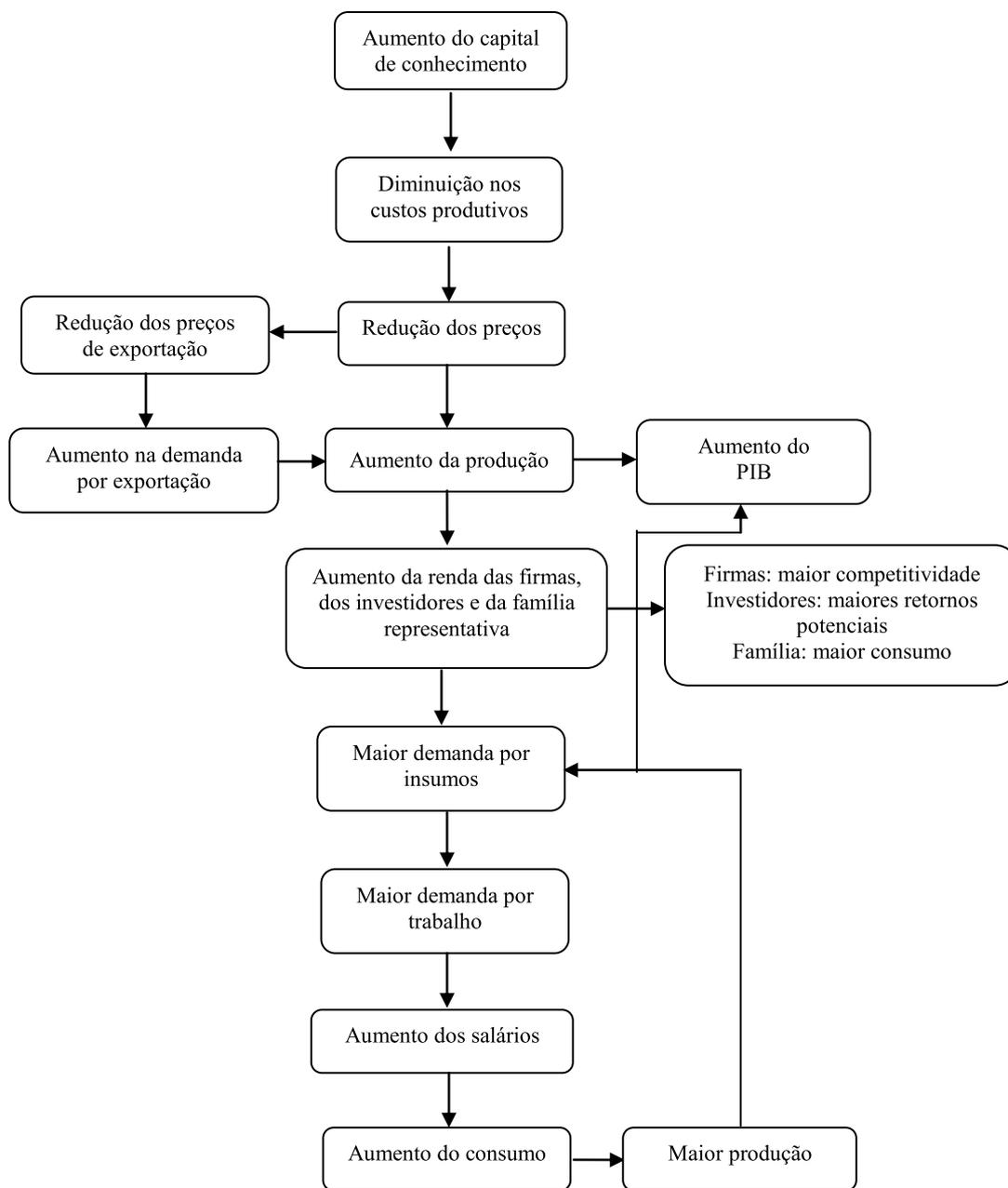
*Nota: Os setores de transporte foram reunidos em um único setor (Transportes).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Assim, são 25 os setores produtivos contemplados com o estoque de capital de conhecimento (VICPD). O efeito direto do choque exógeno foi direcionado aos setores contemplados com recursos financeiros dos fundos setoriais. Portanto, o incentivo à produção de CT&I ocorrerá primeiro nesses setores. Desse modo, os choques realizados nesses setores do modelo podem se propagar indiretamente de acordo com a intensidade econômica dependente do nível de ligação ou com o encadeamento produtivo desses setores para com os demais setores produtivos da economia brasileira.

A Figura 9 representa as principais relações econômicas causais de uma elevação no estoque de capital de conhecimento nos setores com financiamento oriundo dos fundos setoriais.

Figura 9 - Relações causais e sistêmicas do modelo BRAGEMSF após uma variação positiva no estoque de capital de conhecimento



Fonte: Elaborado pelo autor com adaptação de Pio (2016) e Bahia (2019).

O aumento no estoque de capital de conhecimento proporciona uma redução no preço do próprio capital e nos custos de utilização dos demais fatores produtivos, favorecendo assim um aumento no uso agregado desses fatores na produção.

Essa redução no custo dos fatores produtivos favorece uma mudança nos preços relativos da economia brasileira, no sentido da redução dos preços dos insumos e das *commodities*. Com isso, há uma diminuição nos custos produtivos em geral. Esse movimento

gera também uma redução nos preços dos bens exportados, tornando-os mais competitivos internacionalmente. Assim, há um aumento na demanda por produtos brasileiros no exterior. Ambos os movimentos, isto é, o acréscimo na demanda por exportações e a redução dos preços da economia, propiciam o aumento na produção nacional, o que se reflete no aumento do Produto Interno Bruto (PIB).

A elevação no PIB proporciona um aumento na renda dos agentes econômicos (firmas, investidores e a família representativa). Desse modo, as firmas tornam-se mais competitivas, os investidores apresentam maiores retornos potenciais e a família representativa da economia aumenta seu consumo de bens e serviços.

A maior produção de bens e serviços impacta a demanda por insumos, que também é influenciada pelo aumento da produção e da renda, com recursos financeiros liberados ainda pela queda no preço e custo dos fatores produtivos do modelo. O aumento da demanda por insumos e o preço dos mesmos mais baixos, por sua vez, têm efeito sobre a demanda por trabalho⁴⁰, que é um dos componentes da produção. Por conseguinte, a maior demanda por trabalho e o desequilíbrio entre oferta e demanda em favor desta última eleva os salários da economia, pois o preço do trabalho aumenta. Com maiores salários, há aumento do consumo pelos indivíduos da família representativa.

Esse aumento do consumo significa ainda mais produção, com o objetivo de suprir a nova demanda por bens e serviços. Isso implica ainda mais produção e, portanto, ainda mais demanda por insumos e produção dos setores da economia, o que representa maior aumento do PIB.

Assim, demonstra-se o caminho de relações causais oriundas do choque no estoque de capital de conhecimento para o cenário otimista. Para o cenário pessimista, o caminho sistêmico do choque apresenta relações causais contrárias às da Figura 9.

⁴⁰ O modelo BRAGEMSF não possui teoria específica para a oferta de trabalho. Como o salário real é exógeno, então a variação percentual do emprego é determinada pela demanda. No longo prazo, o trabalho é móvel entre os setores produtivos.

5 OS FUNDOS SETORIAIS E OS EFEITOS DO FINANCIAMENTO À CT&I NO BRASIL

A primeira seção deste capítulo trata dos dados brutos em relação aos recursos financeiros dos fundos setoriais e a sua aplicação no Brasil no período 2008 a 2020.

5.1 DEMONSTRATIVO DA APLICAÇÃO DOS RECURSOS DOS FUNDOS SETORIAIS

Por meio do acesso à informação solicitado junto à Finep, obteve-se alguns dados referentes à aplicação dos recursos financeiros dos fundos setoriais no país. Esses dados são apresentados por meio de tabelas e gráficos.

A Tabela 5 contém os dados de custeio e investimento realizados no período com os recursos disponibilizados pelos fundos setoriais.

Tabela 5 - Recursos de custeio e investimento dos fundos setoriais no Brasil, milhões de reais constantes de 2020, 2008-2020

Ano	Custeio (A)	Var. (%)	Investimento (B)	Var. (%)	(A)+(B)
2008	1.543,19	-	778,92	-	2.322,10
2009	1.326,87	-14,02	756,90	-2,83	2.083,77
2010	989,90	-25,40	778,03	2,79	1.767,93
2011	647,44	-34,60	523,66	-32,69	1.171,10
2012	509,30	-21,34	648,55	23,85	1.157,85
2013	451,66	-11,32	535,42	-17,44	987,08
2014	576,37	27,61	420,93	-21,38	997,31
2015	221,02	-61,65	237,04	-43,69	458,06
2016	167,53	-24,20	404,99	70,85	572,52
2017	96,32	-42,51	324,83	-19,79	421,15
2018	91,17	-5,34	191,14	-41,16	282,31
2019	69,95	-23,27	140,24	-26,63	210,19
2020	41,57	-40,57	44,30	-68,41	85,87

Fonte: Finep (2022).

Nota: As despesas incluem gastos com projetos, despesas operacionais e taxa de administração.

De acordo com os dados da Tabela 5, os valores aplicados em custeio são superiores ao de investimento nos primeiros anos da série histórica. A partir de 2015 há uma mudança no padrão de financiamento, com os recursos para investimento tornando-se mais volumosos do que os de custeio.

À exceção dos anos de 2014, para o custeio, e 2010, 2012 e 2016, para o investimento, houve redução na variação percentual mensurada a cada ano com relação ao volume despendido pelos fundos setoriais. Comparando-se o início com o fim da série histórica, os

fundos saíram de aproximadamente R\$ 2,32 bi em recursos aplicados em 2008 para menos de R\$ 100 milhões em 2020.

Desse modo, os fundos, que foram concebidos e desenhados para gerar um fluxo satisfatório de recursos para a CT&I, livres do aparato orçamentário estatal, apresentaram movimentações cada vez menores de recursos financeiros no período 2008 a 2020.

A Tabela 6 traz informações acerca da disponibilidade de recursos financeiros por tipo de organização (instituições de ensino e pesquisa e empresas) ligada à realização de CT&I.

Tabela 6 - Total de recursos contratados dos fundos setoriais via FNDCT por tipo de organização, milhões de reais constantes de 2020, 2008-2020

Ano	Instituições (A)	Var. (%)	Empresas (B)	Var. (%)	(A)/(B)
2008	1.873,02	-	896,08	-	2,09
2009	2.117,64	13,06	1.001,95	11,81	2,11
2010	2.695,18	27,27	1.073,21	7,11	2,51
2011	883,10	-67,23	380,31	-64,56	2,32
2012	2.296,66	160,07	117,46	-69,11	19,55
2013	1.936,79	-15,67	507,96	332,46	3,81
2014	1.030,26	-46,81	423,26	-16,68	2,43
2015	64,69	-93,72	194,69	-54,00	0,33
2016	311,16	381,03	36,32	-81,35	8,57
2017	203,79	-34,50	21,32	-41,29	9,56
2018	564,87	177,17	37,43	75,53	15,09
2019	519,78	-7,98	134,48	259,31	3,86
2020	388,74	-25,21	209,44	55,73	1,86

Fonte: Finep (2022).

A disponibilidade de recursos nesses treze anos privilegiou as instituições públicas e privadas relativamente às empresas, exceto em 2015, no auge da crise fiscal do governo central brasileiro. O destaque fica com o ano de 2012, quando a destinação de recursos financeiros dos fundos setoriais para as instituições de CT&I foi aproximadamente 19 vezes maior do que para as empresas. Em 2018, essa relação entre instituições e empresas foi de 15 vezes a favor daquelas.

Com relação à variação percentual no período, não há um aumento constante, ano após ano, nos dados dos valores destinados aos atores da CT&I. No caso das instituições, de um montante de R\$ 1,87 bi em 2008, o volume financeiro caiu para R\$ 388,74 mi, em 2020. Trata-se de uma redução de 79,25%. Para as empresas, o valor foi de R\$ R\$ 896,08 mi em 2008 para R\$ 209,44 mi em 2020, queda de 76,63%.

Além disso, percebem-se, em cada ano do período, oscilações nos valores subvencionados ou emprestados pelos fundos. Variações negativas aconteceram em anos seguidos, apesar da recuperação de parte dos valores em períodos posteriores. O conjunto de anos com variações negativas se concentrou entre 2013 e 2015, para as instituições, e, para as empresas, entre 2014 e 2017.

Supondo uma demanda crescente de recursos financeiros por parte dos agentes econômicos de CT&I, essas constatações reforçam aquelas encontradas na Tabela 5: as quedas verificadas nos volumes de recursos financeiros dos fundos ao longo do tempo não colaboram para a previsibilidade orçamentária dos próprios fundos, prejudicando a satisfação das necessidades de financiamento dos agentes inovadores no país.

A Tabela 7 reúne os dados acerca dos recursos financeiros emprestados por cada fundo no período 2008 a 2020.

Tabela 7 – Recursos financeiros executados dos fundos setoriais, milhões de reais correntes, 2008-2020

Fundo	Valor
CT-Aero	168,45
CT-Agro	378,72
CT-Amazônia	62,75
CT-Biotecnologia	166,20
CT-Energia	304,57
CT-Espacial	13,54
CT-Hidro	232,24
CT-Info	194,78
CT-Infra	2.941,74
CT-Inovar-Auto	0,88
CT-Mineral	51,95
CT-Petro	550,96
CT-Saúde	467,15
CT-Transportes	1,09
CT-Transportes Aquaviários	144,64
CT-Verde-Amarelo	958,98

Fonte: Finep (2022).

Nota: As despesas incluem gastos com projetos, despesas operacionais e taxa de administração.

O grande destaque de recursos disponibilizados a instituições e empresas de CT&I é o CT-Infra, cuja captação financeira agrega 20% do valor recebido dos demais fundos. O volume de recursos nestes treze anos foi da ordem de R\$ 2,94 bi. Portanto, a representatividade do investimento em CT&I no Brasil por meio dos fundos setoriais está alicerçada na construção de uma base de infraestrutura para inovação, seja pela construção ou

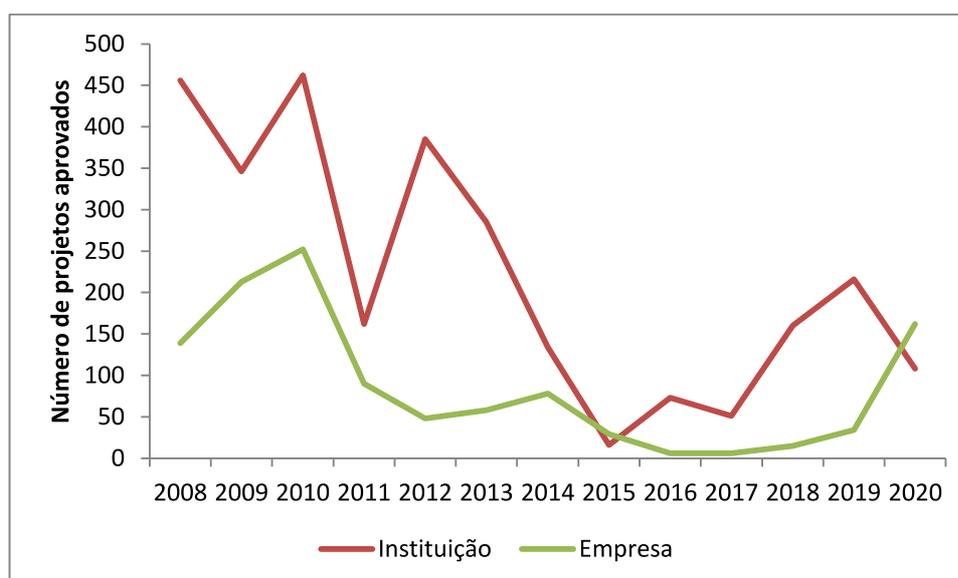
aquisição de imóveis, seja pela compra de máquinas e equipamentos. Conforme já havia sido constatado por Rapini (2010), a maior parte dos insumos brasileiros para inovação se concentra na aquisição de tecnologia incorporada em bens de capital para a produção.

O fundo Verde-Amarelo, o qual contempla ações que podem ser realizadas entre universidades, centros de pesquisa e empresas, apresentou o segundo maior volume financeiro concedido: aproximadamente R\$ 959 milhões foram destinados ao fomento da CT&I no país via ações transversais. Merece destaque ainda o total disponibilizado para fomento da inovação pelo CT-Petro (R\$ 550,96 mi).

No entanto, poucos recursos, em comparação com os demais fundos, foram liberados para áreas estratégicas para o Brasil. A primeira são os transportes: o valor liberado para projetos e outros gastos no CT-Transportes foi de R\$ 1,09 milhão. A segunda é o setor espacial (CT-Espacial): R\$ 13,54 mi foram executados no período considerado. Porém, o menor valor disponibilizado ao público qualificado foi aquele verificado para o CT-Inovar Auto (R\$ 880 mil)⁴¹.

A Figura 10 traz a evolução de número de projetos aprovados pela Finep relativos aos fundos setoriais no período 2008 a 2020.

Figura 10 - Evolução do número de projetos aprovados relativos aos fundos setoriais, 2008-2020



Fonte: Finep (2022).

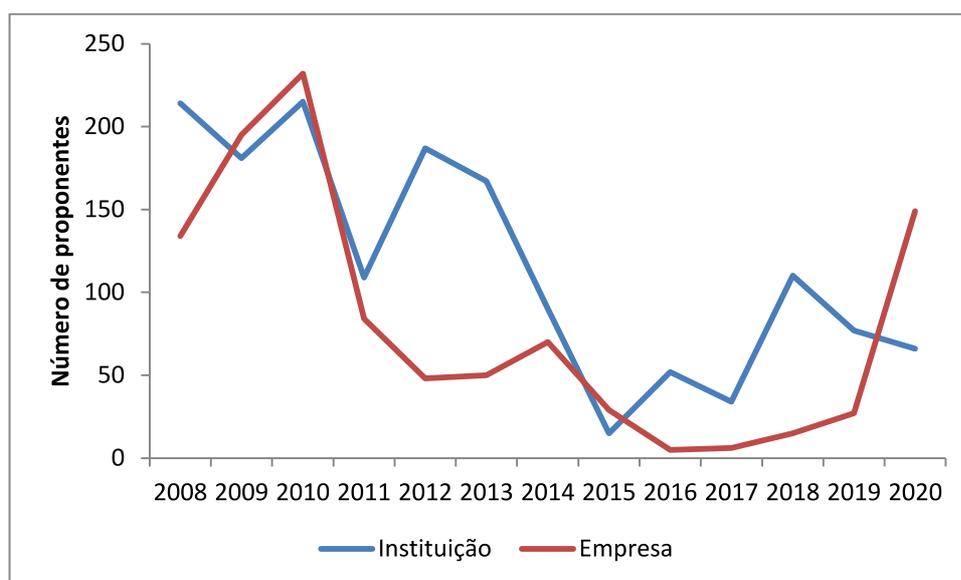
⁴¹ O CT-Inovar Auto foi encerrado em 31 de dezembro de 2017 e extinto de acordo com decreto da Presidência da República em 2019 (FINEP, 2021b).

O número de projetos aprovados no âmbito dos fundos setoriais estava em um patamar elevado no início da série: em 2008, praticamente 450 projetos foram aprovados por parte de instituições relacionadas à CT&I e aproximadamente 150 projetos por parte de empresas ou firmas.

No restante do período, há uma variação abrupta no número de projetos por instituição ao longo do tempo, chegando a cerca de 100 aprovações em 2020, com tendência de queda. No caso das empresas, a variação foi mais suave, chegando a níveis pouco expressivos no período 2016 a 2017 (menos de 10 projetos por ano). Todavia, esse cenário começou a mudar a partir de 2018, alcançando perto de 150 projetos em 2020, com tendência de alta.

A Figura 11 permite acompanhar a trajetória do número de proponentes de projetos à Finep no âmbito da captação de recursos financeiros dos fundos setoriais.

Figura 11 - Número de proponentes com projetos apresentados para captação de recursos dos fundos setoriais, 2008-2020



Fonte: Finep (2022).

A Figura 11 acompanha a trajetória das curvas de projetos aprovados da Figura 10. O número de instituições envolvidas com CT&I que apresentaram projetos à Finep era um pouco maior do que 200 no início do período. Esse número sofreu reduções e elevações ao longo do tempo, mas sempre em tendência de queda. Após pequena elevação em 2018, apresentou tendência de queda a partir de 2019. Em 2020, pouco mais de 60 instituições submeteram projetos para captação de recursos dos fundos.

No tocante às empresas, o número de proponentes apresentou um ligeiro aumento nos primeiros anos da série, vindo a cair posteriormente, atingindo índices baixos em 2016 e 2017, quando o número de empresas não passou de seis proponentes. Entretanto, verificou-se uma recuperação a partir de 2018, chegando a aproximadamente 150 firmas em 2020, com tendência de alta.

Em suma, a trajetória das instituições e empresas com atividades de CT&I no período 2008 a 2020 acompanhou a evolução dos recursos financeiros disponibilizados dos fundos no mesmo período, no qual houve uma redução real desses recursos. Contudo, há um descolamento dessa trajetória a partir dos anos de 2016 e 2017, onde o número de projetos e proponentes aumentou em relação àqueles anos. Assim, instituições e empresas parecem disputar o menor volume de recursos financeiros originados nos fundos setoriais, quando comparados conjunto dos recursos disponíveis no início do período considerado.

5.2 MATRIZ DE ABSORÇÃO PARA A ECONOMIA BRASILEIRA

A matriz de absorção do modelo BRAGEMSF foi preenchida com os dados da MIP para a economia brasileira no ano de 2017. Essa matriz encontra-se representada pela Figura 12. Os dados foram obtidos junto ao banco de dados do Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS-USP). Os valores se encontram em milhões de reais.

Figura 12 - Estrutura básica do modelo BRAGEMSF com dados da MIP

		Matriz de absorção					
		1	2	3	4	5	6
		Produtores	Investidores	Famílias	Exportação	Governo	Estoques
Tamanho		← I →	← I →	← 1 →	← 1 →	← 1 →	← 1 →
Fluxos básicos	↑ C×S ↓	4.477.761	832.294	3.349.522	732.153	1.325.478	4.386
Margens	↑ C×S×M ↓	442.287	68.426	500.806	92.281	2.280	-
Taxas	↑ C×S ↓	428.439	58.059	394.771	0	0	-
Trabalho	↑ O ↓	2.920.472	C = número de <i>commodities</i> I = número de indústrias S = fonte de absorção (doméstico e importado) O = número de tipos de ocupação M = número de <i>commodities</i> usadas como margens				
Capital físico	↑ 1 ↓	2.679.396					
Capital de conhecimento	↑ 1 ↓	62,3					
Terra	↑ 1 ↓	0					
Taxa de produção	↑ 1 ↓	69.836					
Outros custos	↑ 1 ↓	0					

	Matriz conjunta de produção	Imposto de importação
Tamanho	← I →	← 1 →
↑ C ↓	11.018.253	32.284

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Observa-se, por meio da matriz de absorção, que o consumo intermediário de bens e serviços domésticos e importados é o mais representativo da economia brasileira, com R\$ 4,48 trilhões. Logo em seguida se encontra o consumo das famílias, com uma demanda de aproximadamente R\$ 3,35 trilhões. A exportação absorve o menor valor dentre os agentes econômicos da demanda final: R\$ 732,15 bi.

Essa relação se inverte no caso das margens de comércio e transporte: as famílias pagam R\$ 500,81 bi em margens, enquanto os produtos de bens e serviços intermediários

arcam com R\$ 442,29 bi. O governo é o componente da demanda final que menos gasta com margens: o custo foi de R\$ 2,28 bi em 2017.

No tocante aos impostos indiretos, que são representados por ICMS, IPI e OIIL, a maior arrecadação ocorre por meio do consumo intermediário, com R\$ 428,44 bi, enquanto as famílias contribuem com R\$ 394,77 bi em 2017.

Portanto, os *purchase prices* para cada um dos componentes da demanda final montam os seguintes valores aproximados: R\$ 5,35 trilhões para o consumo intermediário; R\$ 958,8 bi para a formação bruta capital fixo; R\$ 4,25 trilhões para o consumo das famílias; R\$ 824,43 para a exportação de bens e serviços; R\$ R\$ 1,33 trilhões para o governo; e R\$ 4,39 bi para a variação de estoques. Desse modo, a demanda total da economia brasileira em 2017 atingiu o valor aproximado de R\$ 12,71 trilhões.

A remuneração dos fatores de produção está assim dividida: R\$ 2,92 trilhões para o trabalho; R\$ 2,68 trilhões para o capital. Não houve remuneração da terra e recursos naturais.

A taxa de produção (ou outros impostos líquidos de subsídios) alcançou o valor de R\$ 69,84 bi no Brasil em 2017, enquanto o imposto de importação total do país foi de aproximadamente R\$ 32,28 bi.

A matriz MAKE, que equivale à produção nacional da economia brasileira para o ano de 2017, foi da ordem de R\$ 11,02 trilhões, aproximadamente.

Com relação ao estoque de capital de conhecimento, seu valor é de aproximadamente R\$ 62,3 mi, enquanto a maior parcela do estoque de capital da economia é formada pelo capital físico, que alcançou R\$ 2,68 tri em 2017.

5.3 MATRIZ DE CONTABILIDADE SOCIAL PARA A ECONOMIA BRASILEIRA

Para a inclusão dos fundos setoriais no modelo BRAGEMSF, foi necessário, em primeiro lugar, organizar a matriz de contabilidade social para o país no ano de 2017. Os dados para preenchimento da MCS de acordo com a estrutura do modelo são oriundos de Burkowski, Perobelli e Araújo Júnior (2020), com base nos dados da matriz insumo-produto (MIP) para a economia brasileira e as Contas Econômicas Integradas (CEI) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Desse modo, trata-se apenas do preenchimento das linhas e colunas das figuras 6 e 7 apresentadas na seção metodológica de acordo com o método das partidas dobradas, em que cada crédito corresponde a um débito. Portanto, os totais das linhas e colunas da MCS devem

apresentar os mesmos valores, pois tudo aquilo que é gasto pelos agentes econômicos deve ser também recebido pelos mesmos.

As Figuras 13 e 14 a seguir apresentam os dados da MCS para a economia brasileira em 2017.

10 Famílias	↑ H ↓				2.920.472	1.059.749			
11 Empresas	↑ 1 ↓					1.516.580			
12 Governo	↑ 1 ↓					103.129	69.836	881.269	32.284
13 Investimento público	↑ 1 ↓								
14 Poupança	↑ 1 ↓								
15 Variação de estoques	↑ 1 ↓								
16 Restante do mundo	↑ 1 ↓			777.137					
17 Total	↑ 1 ↓	1.1018.253	1.1018.253	809.421	2.920.472	2.679.458	69.836	881.269	32.284

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Burkowski, Perobelli e Araújo Júnior (2020).

Figura 14 - Estrutura da MCS agregada do modelo BRAGEMSF (parte 2)

9 Imposto direto	10 Famílias	11 Empresas	12 Governo	13 Investimento do governo	14 Investimento privado	15 Variação de estoques	16 Restante do mundo	17 Total
← 1 →	← H →	← F →	← 1 →	← I,F →	← I →	← I →	← 1 →	← 1 →
								11.018.253
	3.656.599		1.327.758		828.283	4.386	824.434	11.018.253
	193.728				71.438			809.421
								2.920.472
								2.679.458
								69.836
	394.771				58.059			881.269
								32.284
	218.122	321.597						539.719
	90.871	867.807	1.336.268				14.713	6.289.880
	363.439		354.491	208			60.734	2.295.902
539.719	787.849	243.748					10.080	2.667.914
		208						208
	569.932	697.301	-372.629				68.562	963.166
					4.386			4.386
	14.569	165.241	21.576					978.523
539.719	6.289.880	2.295.902	2.667.914	208	963.166	4.386	978.523	

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Burkowski, Perobelli e Araújo Júnior (2020).

Como os dados da matriz de absorção já foram apresentados na Figura 12 e discutidos anteriormente, a figura de interesse é neste ponto a Figura 14, que contém os dados da MCS para a economia brasileira. Essa figura reúne as transferências correntes para as famílias, as empresas e o governo.

As transferências das famílias para as empresas, o governo, o restante do mundo e as próprias famílias somaram R\$ 1,26 trilhão, enquanto o imposto direto pago alcançou R\$ 218,12 bi em 2017. As transferências recebidas pelas famílias apresentaram o valor de R\$ 2,31 trilhões.

As empresas transferiram para os demais agentes econômicos a quantia de R\$ 1,28 trilhão, sendo o imposto da ordem de R\$ 321,6 bi. As transferências recebidas pelas empresas foram de R\$ 779,32 bi.

O governo transferiu para as famílias, empresas e restante do mundo o valor de R\$ 1,71 trilhão em 2017. O recebimento de transferências alcançou R\$ 1,04 trilhão.

A transferência do restante do mundo para o país foi de R\$ 85,53 bi, enquanto a transferência enviada ao restante do mundo apresentou o valor de R\$ 201,39 bi.

O investimento da economia foi de R\$ 963,17 bi, composto pela poupança das famílias, empresas, governo e restante do mundo, que foram, respectivamente, da ordem de R\$ 569,93 bi, R\$ 697,3, (R\$ 372,63 bi) e R\$ 68,56 bi.

Na relação específica entre empresas e governo, pode-se observar que as transferências totais do governo para as empresas totalizaram R\$ 355,15 bilhões em 2017. As transferências das empresas para o governo foram da ordem de R\$ 243,96 bilhões. Os fundos setoriais podem ser considerados transferências do setor público para as empresas. Portanto, dado que os fundos setoriais corresponderam a R\$ 207,75 milhões no mesmo ano, esse valor pode ser considerado incluso nas transferências totais do governo para as empresas nacionais.

De acordo com a Figura 14, o investimento do governo via fundos setoriais é de R\$ 208 milhões, aproximadamente. Para que a estrutura da MCS fosse mantida, esse valor foi subtraído das transferências governamentais às empresas. Esse mesmo valor, que na linha aparece como receita para as empresas, aparece como despesa na coluna referente aos gastos das empresas. Afinal, tudo que foi repassado pelas empresas ao governo a título de fundos setoriais foi transferido para empresas contempladas pelos editais da Finep com recursos do FNDCT, depositário do valor arrecadado dos fundos. O valor dos fundos foi submetido à remuneração específica de 30% em termos de V1CPD, conforme discutido na metodologia.

Portanto, como o efeito sobre as variáveis econômicas do modelo é pequeno, a análise dos cenários será realizada com ênfase qualitativa.

5.4 ANÁLISE DOS CENÁRIOS

Nas próximas duas seções e suas respectivas subseções são analisados o cenário 1 (otimista) e o cenário 2 (pessimista) para a economia brasileira de acordo com o choque exógeno de longo prazo proposto no estoque de capital de conhecimento.

As análises contemplam a variação percentual nos agregados macroeconômicos e nas variáveis da MCS e os efeitos setoriais para a produção, o investimento e o emprego após o choque exógeno para a economia brasileira no longo prazo.

No caso específico dos efeitos setoriais, os setores foram classificados de acordo com sua intensidade tecnológica. Como a análise dos efeitos setoriais se baseia na influência da variação do estoque de capital de conhecimento sobre os setores produtivos da economia, é interessante avaliar e discutir a magnitude dessa variação a partir da classificação tecnológica setorial. A classificação dos setores seguiu a taxonomia de intensidade tecnológica da OCDE presente em Galindo-Rueda e Verger (2016) e Morceiro (2018). A classificação aplicada se encontra no Apêndice B.

Ainda em relação à análise setorial, a título de enquadramento nas figuras, o nome do setor foi substituído por um código sequencial de identificação, o qual se inicia em S1 e prossegue até S65, isto é, *s* de setor e o número de identificação correspondente. O quadro com as informações dos setores e sua identificação encontra-se no Apêndice A.

Como complemento à análise supramencionada, os setores foram classificados de acordo com os índices de ligação para trás e para frente (GUILHOTTO; SESSO FILHO, 2005; MILLER; BLAIR, 2009). Se um setor apresenta forte ligação para trás, isso indica que ele demanda de outros setores da economia para realizar sua produção, ou seja, induz a produção de outros setores. Caso um setor tenha forte ligação para frente, então os produtos ou serviços ofertados por ele são demandados por outras indústrias, ou seja, a produção setorial é induzida pela demanda de outros setores. Se um setor obteve as classificações de forte ligação para frente e para trás, então foi classificado como setor-chave da economia.

5.4.1 Cenário 1: resultados e discussão

A seguir são apresentados os resultados para o cenário otimista, obtido por meio da simulação do choque exógeno positivo no estoque do capital de conhecimento do modelo BRAGEMSF.

5.4.1.1 Efeitos macroeconômicos

O choque exógeno realizado no estoque de capital de conhecimento proporciona, em primeiro lugar, uma redução do custo (preço relativo) desse capital, conforme pode ser observado na Tabela 8 a seguir. O significado dessa redução indica que ficou menos custoso para as indústrias ou setores produtivos utilizarem capital de CT&I para a produção de inovações.

Esse estado do capital de conhecimento influencia os agregados macroeconômicos da economia brasileira no longo prazo. O desempenho de alguns agregados macroeconômicos após o choque está reunido na Tabela 8.

Tabela 8 - Desempenho dos agregados macroeconômicos de longo prazo para o cenário otimista

Variável	Variação (%)
Uso agregado dos fatores primários	0,00034
Investimento agregado	0,00067
Consumo real das famílias	0,00021
Exportação	0,00054
Consumo agregado do governo	0,00021
PIB real	0,00034
Salário real	0,00033
Receita do governo	0,03356
Índice de preços ao consumidor (IPC)	-0,00057
Custo médio do capital de conhecimento	-9,17853
Custo médio do capital físico	-0,00093
Salário nominal médio	-0,00024
Contribuição da balança comercial ao PIB	0,00006

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Como pode se observar na tabela, houve um aumento do uso dos fatores primários, pois, com o aumento do estoque do capital de conhecimento da economia, os custos desses fatores ficaram mais baratos, conforme se pode verificar na Tabela 8. Isso se deve à elevação da produtividade, proporcionada pelo investimento em capital de conhecimento. Assim, os produtores conseguem poupar recursos financeiros, utilizando-os para a aquisição de mais fatores de produção, o que favorece o aumento da produção de bens e serviços, dada ainda a elevação da produtividade. É importante relatar que a elevação do capital de conhecimento franqueia uma maior propensão aos investimentos em ciência e tecnologia no Brasil e, por

consequente, a produção de mais inovações. Afinal, conforme afirmam Bayarçelik e Tasel (2012), o avanço da CT&I uma das fontes principais para a elevação da produtividade da economia.

Como esperado, a exportação aumentou, devido à queda nos preços dos bens exportáveis. Com isso, a exportação aumentou em 0,00052%. Segundo De Negri (2006), a capacidade tecnológica nacional é um dos elementos que explicam os fluxos internacionais de intercâmbio comercial entre os países. O investimento em CT&I é capaz de alterar a competitividade estrutural de um país, influenciando, portanto, as vantagens comparativas do comércio internacional. Ademais, com a queda dos preços dos produtos nacionais e o aumento da exportação, a balança comercial com relação ao PIB registrou saldo positivo.

Outra constatação é o aumento do investimento agregado. Com a elevação da produtividade e o uso mais eficiente dos recursos produtivos, o custo do capital físico fica mais barato, com juros menores e maior oferta. A partir do maior consumo de insumos produtivos com novos recursos, a produção econômica se eleva, elevando também a rentabilidade dos investimentos das firmas. Elas se tornam mais competitivas, ofertando mais produtos a preços mais baixos também. O investimento em CT&I não influencia somente a produtividade da economia a partir da recombinação eficiente dos fatores de produção, mas proporciona também novas oportunidades de negócios e movimentação dos mercados, o que reflete diretamente na rentabilidade das firmas (HASAN; TUCCI, 2010).

O aumento da renda devido à redução dos preços finais dos bens e serviços favorece o maior consumo pela família representativa. A redução desses preços pode ser observada na queda do índice de preços ao consumidor (IPC), da ordem de 0,00057%. Isso pode ser constatado na Tabela 13. O salário real também aumentou, devido à demanda aquecida por novos trabalhadores e a oferta de novos postos de trabalho.

O consumo real do governo aumentou após o choque. Entre uma das razões, está o aumento de arrecadação agregada do mesmo, de 0,03356, aproximadamente. Assim, torna-se interessante o investimento em CT&I do ponto de vista do ente público, pois a economia se beneficia da elevação do gasto público, pois o consumo governamental estimula a produção e a geração de empregos via aumento do gasto empresarial, através das encomendas feitas junto às firmas. Além disso, a demanda governamental pode estimular a inovação no país por meio das compras públicas de insumos e produtos tecnológicos, especialmente de *startups*, influenciando positivamente o desenvolvimento tecnológico das firmas (FREEMAN; SOETE, 2008). Nesta tese, o capital de conhecimento é provido pelo governo, apesar de ser contabilizado como um elemento do valor adicionado.

Sendo o PIB pela ótica do dispêndio a demanda agregada da economia, o aumento de todos os componentes dessa demanda resultou em um acréscimo no PIB de 0,00034%. Segundo Pianta (1998), Archibugi e Pianta (1998) e Bayarçelik e Tassel (2012), os gastos em CT&I são um dos principais impulsionadores do crescimento econômico das nações. Alguns autores com modelagem da CT&I em modelos EGC, como Zürn *et al* (2007), Bor *et al.* (2010), Kristová (2012) e Pio (2016) encontraram efeito positivo do investimento em P&D e atividades correlatas no PIB.

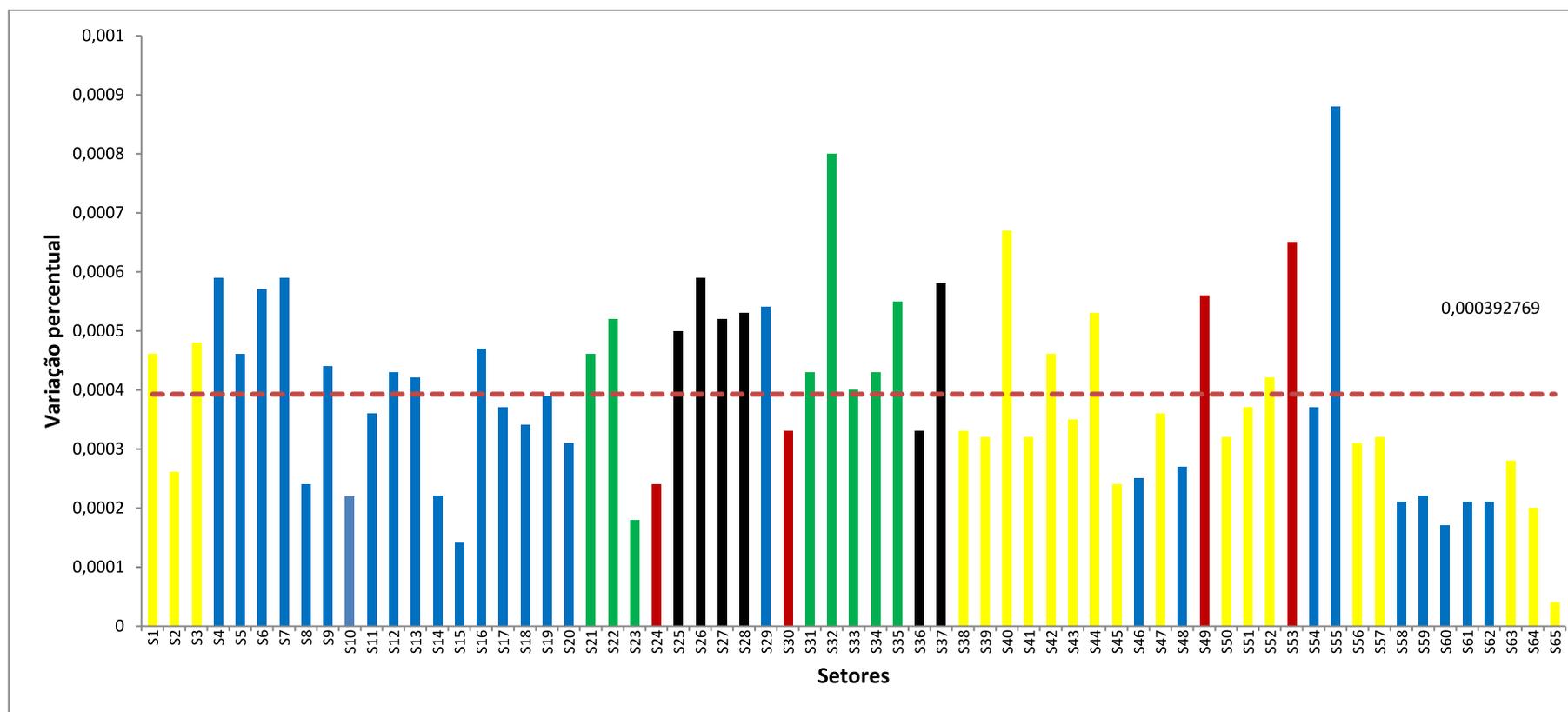
Ademais, podendo o PIB ser considerado uma *proxy* do estoque tecnológico nacional (FURMAN; PORTER; STERN, 2002), quanto maior o crescimento econômico, cristalizado no PIB, maior o dinamismo nacional na produção de bens e serviços. Esse dinamismo é responsável pela criação de uma variabilidade produtiva de uma nação. A variabilidade de bens e serviços gera uma receita adicional para os agentes econômicos, a qual cria demanda adicional para mais bens e serviços do que no estágio anterior de produção, propiciando ainda mais oportunidades de investimento e crescimento da produtividade, estabelecendo-se, portanto, um círculo virtuoso de crescimento e desenvolvimento econômico. Desse modo, o aumento na variedade de produtos disponíveis no mercado é necessário para a continuidade do crescimento econômico no longo prazo (PIANTA, 1998; SAVIOTTI, 2005; FREEMAN; SOETE, 2008).

5.4.1.2 Efeitos setoriais

A seguir estão dispostas as figuras construídas para mostrar os efeitos setoriais oriundos do choque exógeno no estoque de capital de conhecimento. Em todas as figuras, a linha pontilhada em vermelho corresponde à média simples da variação percentual dos efeitos setoriais diretos e indiretos, sendo o valor médio da variação percentual o número próximo a ela. Os efeitos diretos são aqueles que ocorreram nos setores relacionados aos fundos. Os efeitos indiretos são oriundos da interdependência produtiva via ligações existentes entre os setores estimulados pelos fundos e os demais 40 setores da economia brasileira, os quais não são objeto direto da política de financiamento público à CT&I nos termos desta Tese. Com relação à interdependência entre os setores produtivos, as elasticidades do modelo definem o encadeamento entre eles e, portanto, a magnitude setorial da propagação do choque na economia.

A Figura 15 corresponde aos efeitos setoriais do aumento do estoque de capital de conhecimento sobre a produção dos setores da economia brasileira no longo prazo.

Figura 15 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual da produção dos setores da economia brasileira



Classificação da intensidade tecnológica: baixa (amarelo); média-baixa (azul); média (preto); média-alta (verde); alta (vermelho).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

De acordo com a Figura 15, todos os setores apresentaram crescimento em sua produção na simulação de longo prazo. Houve 30 setores cuja produção cresceu acima da média. Ademais, treze setores representados pelo efeito direto dos fundos cresceram acima da média, enquanto doze setores cresceram abaixo da média. Esses setores são, quanto à tecnologia: baixa (S1, S3, S40 e S42); média-baixa (S4, S5, S6 e S7); média-alta (S21, S22, S33 e S35); e alta (S49).

Dentre os setores que cresceram acima da média, estão: *Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita* (S1); *Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos* (S4); *Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças* (S33); e *Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação* (S49); Alguns desses onze setores foram: *Pecuária, inclusive o apoio à pecuária* (S2); *Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos* (S24); *Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos* (S30); *Energia elétrica, gás natural e outras utilidades* (S38); e os quatro setores envolvidos com a educação e a saúde, ambas públicas e privadas. Especificamente, dos setores acima da média, 20% são de baixa tecnologia, 33,33% são de média-baixa tecnologia, 16,67% são de média tecnologia, 23,33% são de média-alta tecnologia, e o restante, 6,67%, são setores de alta tecnologia. A média geral foi de aproximadamente 0,00039%.

Os cinco setores que mais cresceram foram: *Aluguéis não- imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual* (S55 – média-baixa tecnologia); *Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos* (S32 – média tecnologia); *Construção* (S40 – baixa tecnologia); *Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D* (S53 – alta tecnologia); e *Fabricação de produtos de minerais não metálicos* (S26 – média tecnologia). Acerca desses setores mencionados, somente Construção é diretamente apoiado por recursos de um fundo setorial (CT-Infra). A produção dos demais setores mencionados cresceu por efeito indireto do *finance* dos fundos. Três setores apresentam forte ligação para trás: S26, S32, S40. Assim, são capazes de estimular, acima da média, outros produtores através de sua demanda por insumos.

Acerca dos setores de alta tecnologia (S24, S30, S49 e S53), em metade deles a produção cresceu acima da média (S49 e S53). O setor S49 possui forte ligação para frente, enquanto o S53 não apresenta qualquer tipo forte de ligação.

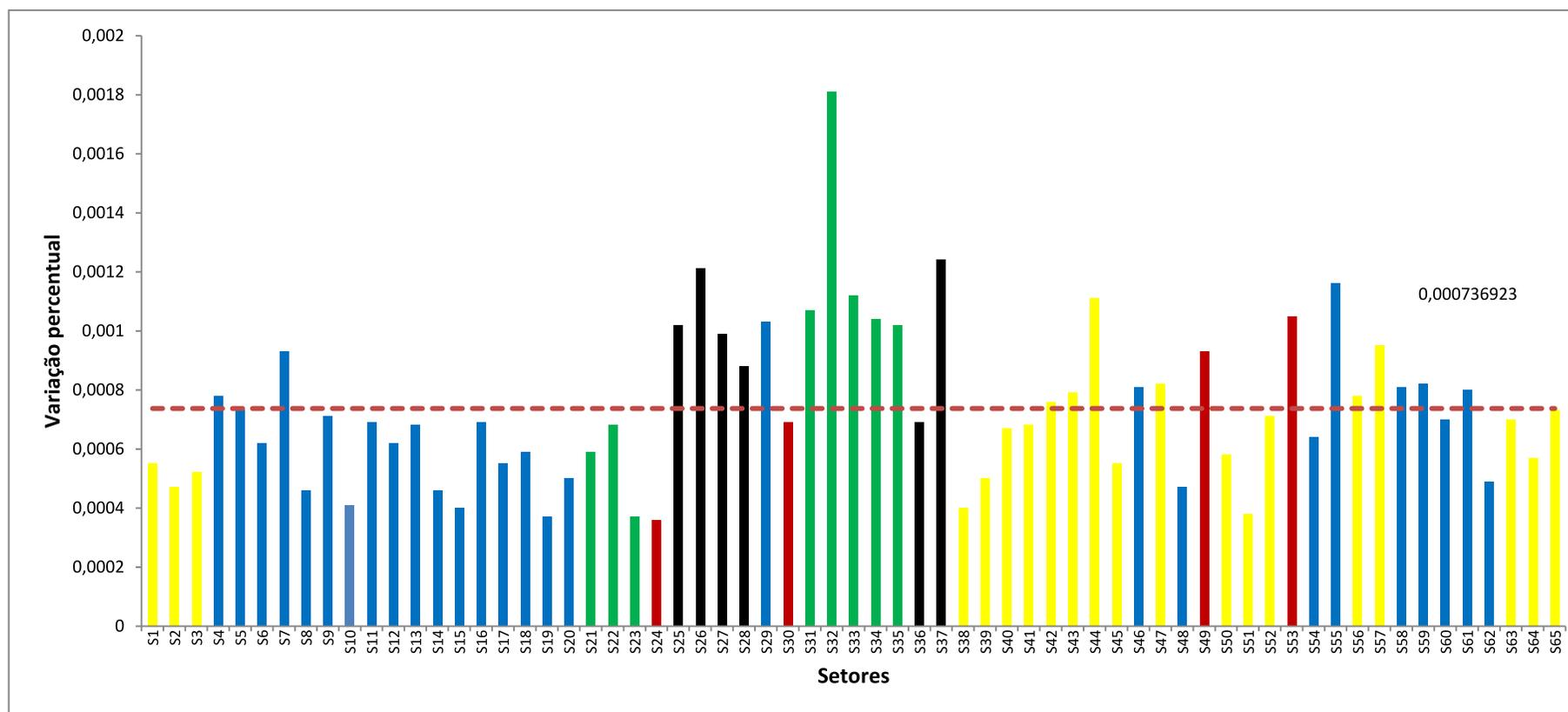
Em relação aos blocos de setores acima da média que aparecem na Figura 15, os seguintes comentários são pertinentes: i) no bloco S4 a S7, de média-baixa intensidade tecnológica, os setores S4 e S7 possuem forte ligação para trás, enquanto o setor S5, *Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio*, é um setor chave da economia; ii) no

bloco S25 a S29, majoritariamente de média intensidade tecnológica, houve três setores-chave da economia: *Fabricação de produtos de borracha e de material plástico* (S25), *Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura* (S27) e *Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos* (S29). Ademais, os setores S26 e S28 apresentaram forte ligação para trás.

Desse modo, observa-se a importância do incremento no estoque de capital de conhecimento ou o investimento em CT&I para a produção dos setores mencionados, formados por indústrias extrativas (S4 a S7) e de transformação (S25 a S29).

A Figura 16 mostra o gráfico para os dados do investimento na economia brasileira de longo prazo com relação aos efeitos setoriais.

Figura 16 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual do investimento dos setores da economia brasileira



Classificação da intensidade tecnológica: baixa (amarelo); média-baixa (azul); média (preto); média-alta (verde); alta (vermelho)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No que tange ao investimento setorial de longo prazo, todos os setores apresentaram aumento na variável. Para aqueles beneficiados especificamente com os fundos setoriais, oito apresentaram crescimento acima da média, enquanto dezessete cresceram abaixo da média. Com relação à intensidade tecnológica, tem-se que um é de baixa tecnologia (S42), quatro são de média-baixa tecnologia (S4, S7, S59 e S61), dois são classificados como de média-alta tecnologia (S33 e S35) e um é um setor de alta tecnologia (S49). Com relação a esses setores relacionados diretamente com os fundos, alguns deles são: *Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos* (S7); *Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças* (S33); e *Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação* (S49).

Considerando todos os setores, aqueles cujo investimento cresceu acima da média são em número de vinte e sete, os setores de baixa intensidade tecnológica corresponderam a 25,93%, enquanto os demais alcançaram 29,63% (média-baixa), 18,52% (média), 18,52% (média-alta) e 7,40% (alta).

Dentre esses setores, os que se destacaram no incremento do investimento após o choque exógeno foram: *Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos* (S32 – média-alta tecnologia); *Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos* (S37 – média tecnologia); *Fabricação de produtos minerais não metálicos* (S26 – média tecnologia); *Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual* (S55 – média-baixa tecnologia); e *Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças* (S33 – média-alta tecnologia). Assim, o maior efeito direto percentual do financiamento à produção foi sentido apenas no S33, apoiado pelo CT-Inovar Auto. Todos os demais setores em destaque apresentaram crescimento indireto do investimento via influência da política de estímulo setorial à CT&I representada pelos fundos.

Dos setores acima, S26, S32 e S33 são produtores com forte ligação para trás. O setor S37 é uma indústria chave da economia, enquanto o setor S55 não apresentou ligação forte para trás ou para frente. Ademais, metade dos setores de alta tecnologia (S49 e S53), por sua vez, incrementou seu investimento setorial acima da média geral.

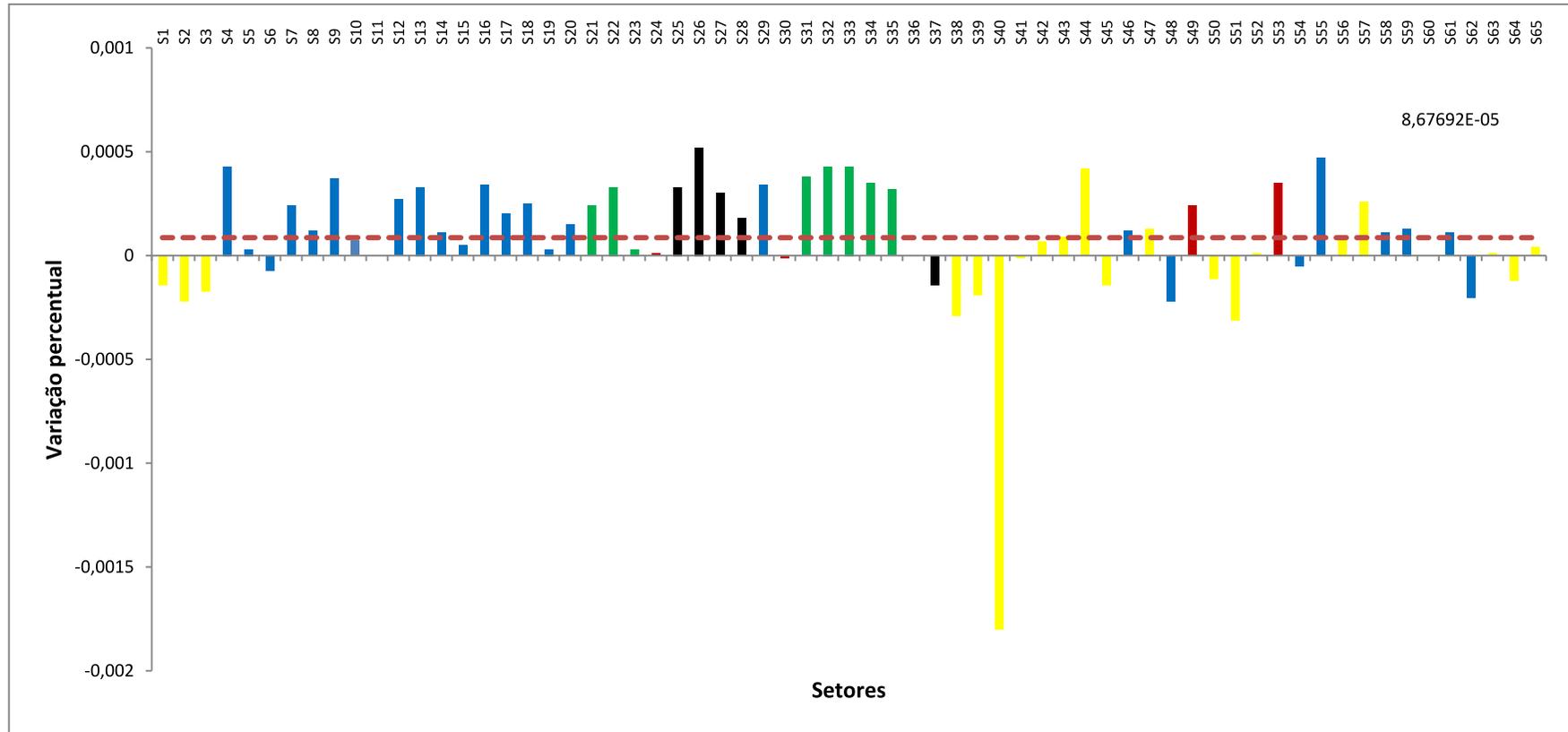
Sobre os blocos de setores, o bloco S25 a S29 foi analisado anteriormente. O novo bloco, o conjunto dos setores S31 a S35, tem como característica principal a ligação para trás, acima da média, com outros setores da economia nacional.

Assim, tomando-se por base os setores analisados por meio da Figura 16, o cenário de CT&I simulado no modelo estimulou, em sua maioria, o investimento em setores que apresentam fortes ligações para trás, cujas atividades são relevantes para produção de efeitos sistêmicos de dispersão produtiva no cenário econômico de longo prazo no Brasil.

De Negri, Salerno e Castro (2005) pontuam que o investimento em CT&I está presente em todos os setores produtivos da economia brasileira, representando uma estratégia competitiva para as firmas. Contudo, nem todos os setores apresentam o mesmo esforço inovativo. Essa afirmação parece ser válida para os setores estimulados diretamente pelo direcionamento dos recursos dos fundos. De acordo com Kupfer e Rocha (2005), são as atividades industriais de montagem que apresentam as maiores taxas de inovação, como, por exemplo, as indústrias de produtos eletrônicos, mecânicos e químicos, ou seja, setores industriais de transformação. Logo, reforçando os argumentos anteriores, esses foram os setores, salvo algumas exceções, que apresentaram as maiores taxas de investimento na simulação realizada neste cenário.

A Figura 17 apresenta o comportamento da variação percentual setorial do emprego no longo prazo.

Figura 17 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual do emprego dos setores da economia brasileira



Classificação da intensidade tecnológica: baixa (amarelo); média-baixa (azul); média (preto); média-alta (verde); alta (vermelho).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

No caso do efeito setorial de longo sobre o emprego, houve dois tipos distintos: aumento e redução do emprego. Especificamente, quarenta e cinco setores apresentaram aumento no emprego, enquanto dezessete setores perceberam redução na contratação de pessoas. Três setores (S11, S36 e S60) não apresentaram qualquer modificação no número de empregados após o choque. Com relação aos setores que receberam recursos diretamente dos fundos setoriais, dez apresentaram crescimento do emprego acima da média, enquanto quinze lograram um efeito contrário. Esses setores com desempenho acima da média estão divididos em: média-baixa tecnologia (S4, S7, S20, S59 e S61); média-alta tecnologia (S21, S22, S33 e S35) e alta tecnologia (S49). Dentre os setores com crescimento superior à média, tem-se: *Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos* (S4); *Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros* (S22); *Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças* (S33); e *Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação* (S49).

No que se refere ao aumento do emprego setorial, os maiores acréscimos foram em: *Fabricação de produtos de minerais não metálicos* (S26 – média tecnologia); *Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual* (S55 – média-baixa tecnologia); *Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos* (S4 – média-baixa tecnologia); *Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos* (S32 – média tecnologia); e *Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças* (S33 – média-alta tecnologia). Dois setores diretamente beneficiados pelos recursos financeiros dos fundos nesta lista foram o S4 e o S33. Portanto, os maiores acréscimos no emprego dos demais setores ocorreram via encadeamento produtivo.

Com relação especificamente a esses setores, quatro deles possuem forte ligação para trás (S4, S26, S32, S33), enquanto o setor S55 não possui força em qualquer tipo de ligação.

As maiores quedas puderam ser verificadas em: *Construção* (S40 – baixa tecnologia); *Atividades imobiliárias* (S51 – baixa tecnologia); *Energia elétrica, gás natural e outras utilidades* (S38 – baixa tecnologia); *Pecuária, inclusive o apoio à pecuária* (S2 – baixa tecnologia); e *Telecomunicações* (S48 – média-baixa tecnologia). No caso dos setores apoiados diretamente pelos fundos, houve perda percentual no emprego em S2 e S40. Especificamente, esses setores possuem forte ligação para trás (S2, S40 e S48) e forte ligação para frente (S51). O setor S38 é um setor chave na economia brasileira.

Assim, uma característica do efeito setorial no emprego é que os setores com aumento na variável foram setores de média-baixa e média intensidade tecnológica. Por outro lado, os setores que mais apresentaram queda foram aqueles com baixa intensidade tecnológica, com

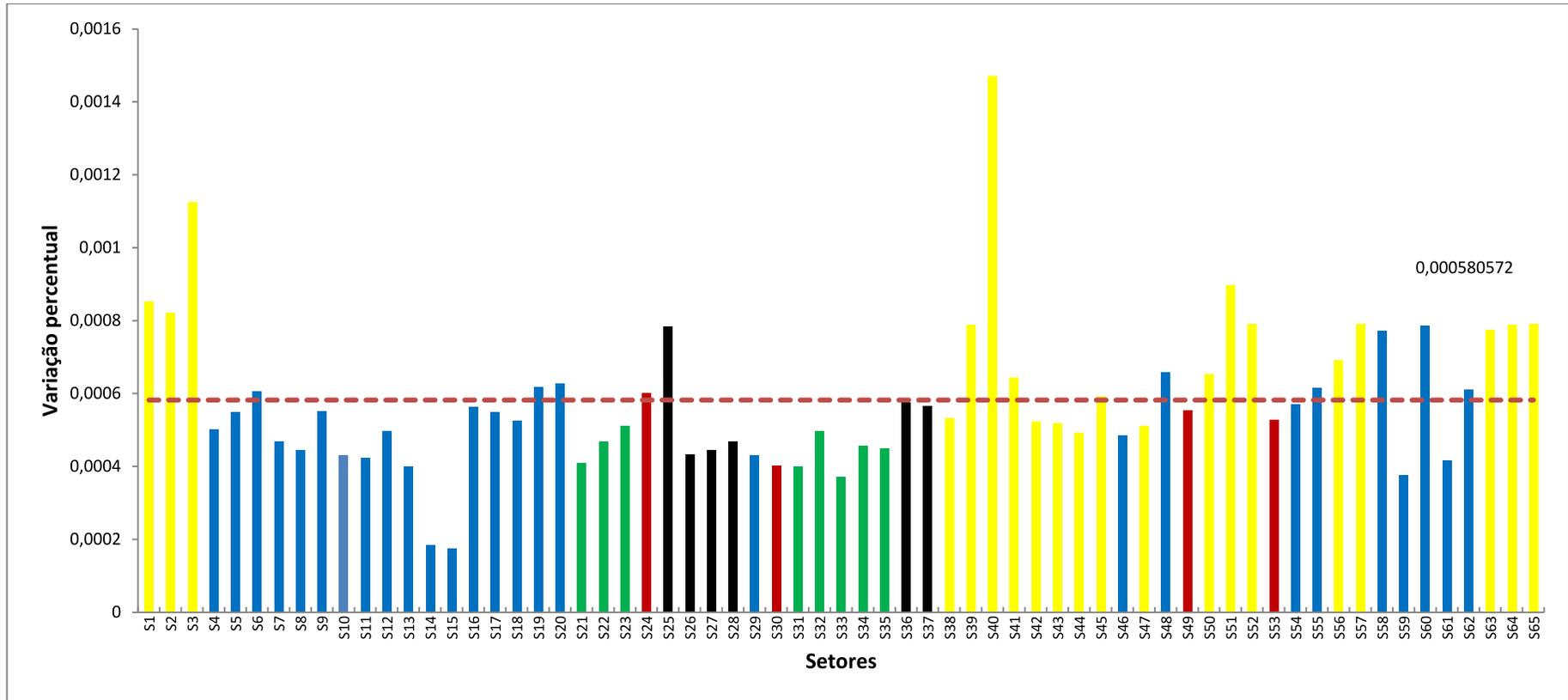
algumas poucas exceções referentes aos setores de média-baixa tecnologia. Com relação aos setores de alta tecnologia, dois apresentaram elevação (S49 e S53), e dois não tiveram queda ou aumento relevante (S24 e S30).

Assim, pode-se concluir que a expansão do estoque de capital de conhecimento é benéfica para a economia brasileira, ao elevar o emprego de setores mais intensivos em tecnologia. Contudo, os setores ligados aos fundos setores não assumiram o protagonismo neste aumento do percentual de empregos na economia brasileira.

Segundo De Negri, Salerno e Castro (2005), o aumento do investimento das firmas brasileiras em CT&I e diferenciação de seus produtos favorecem uma melhor remuneração dos empregados e ainda melhores salários. Assim, ainda segundo os autores, a criação e o fomento de políticas públicas voltadas à inovação têm efeitos positivos sobre o nível salarial dos trabalhadores e a criação de postos de trabalho de melhor qualidade, em setores mais intensivos em tecnologia. Essa parece ser a relação obtida aqui entre o aumento do estoque de capital dos fundos setoriais e a elevação do emprego em setores de maior intensidade tecnológica na Figura 17.

A Figura 18 apresenta a variação da exportação setorial no longo prazo para a economia brasileira.

Figura 18 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual da exportação dos setores da economia brasileira



Classificação da intensidade tecnológica: baixa (amarelo); média-baixa (azul); média (preto); média-alta (verde); alta (vermelho).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Em relação ao crescimento da exportação, todos os setores apresentam crescimento na quantidade exportada. De acordo com a classificação de intensidade tecnológica, houve vinte e quatro setores acima da média. Dentre eles, quatorze setores são classificados como de baixa tecnologia (58,33% do total), oito são de média-baixa tecnologia (33,33%), um setor (S25) é de média tecnologia (4,17%) e o setor S24 é de alta tecnologia (4,17%).

No tocante àqueles setores apoiados pelos fundos, os maiores aumentos na exportação estão relacionados às atividades com preponderância de baixa intensidade tecnológica. Dentre os 25 setores apoiados diretamente pelos fundos, onze exportaram produtos e serviços acima da média, enquanto quatorze não alcançaram esse patamar. Desses onze, cinco são de baixa intensidade tecnológica (S1, S2, S3, S39 e S40), cinco são classificados como intensidade média-baixa (S6, S19, S20, S60 e S62), e um como alta tecnologia (S24). Aqueles com maiores variações percentuais exportadas são: *Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita* (S1); *Pecuária, inclusive o apoio à pecuária* (S2); *Produção florestal; pesca e aquicultura* (S3); *Água, esgoto e gestão de resíduos* (S39); e *Construção* (S40). Portanto, são setores classificados como indústrias de baixa intensidade tecnológica.

Portanto, os setores de baixa e média-baixa tecnologia se destacaram na exportação de longo prazo. As maiores variações percentuais positivas estão representadas por: *Construção* (S40 – baixa tecnologia); *Produção florestal; pesca e aquicultura* (S3 – baixa tecnologia); *Atividades imobiliárias* (S51 – baixa tecnologia); *Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e pós-colheita* (S1 – baixa tecnologia); e *Pecuária, inclusive o apoio à pecuária* (S2 – baixa tecnologia). Com relação a esses setores, quatro recebem recursos financeiros dos fundos setoriais. Sendo assim, as atividades produtivas vinculadas à política de CT&I tratada nesta Tese destacaram-se no desempenho exportador no âmbito da economia brasileira retratada no modelo.

Os setores S2 e S40 apresentam forte ligação para trás, ao passo que os setores S1 e S51 possuem forte ligação para frente. O setor S3, por sua vez, não possui ligação forte para trás ou para frente. Assim, os setores mais representativos na exportação brasileira estimulam a demanda tanto de setores nos quais a produção depende do consumo intermediário, na ligação para trás, como de setores cujas atividades dependem da produção dos setores exportadores, no contexto da ligação para frente. Dessa forma, o incremento na exportação após o choque exógeno positivo no capital de conhecimento mostra, em determinado grau, a interdependência produtiva entre setores na economia brasileira, indicando a existência de transbordamentos tecnológicos. Porém, no caso específico da exportação, como esses transbordamentos advêm, em sua maioria, de setores de baixa e média-baixa intensidade

tecnológica, eles não conseguiram auxiliar na inserção externa dos produtos de maior conteúdo tecnológico.

Com efeito, a exportação dos setores acima mostrou que o aumento no estoque de capital de conhecimento estimulou a comercialização de produtos agroflorestais, os quais ganham cada vez mais espaço na pauta exportadora nacional atualmente. Aliado a isso, conforme visto anteriormente, essas atividades são diretamente contempladas com recursos financeiros dos fundos setoriais para CT&I. Assim, parece que os demais fundos, dentre os quais figuram o aeronáutico, o espacial, o de biotecnologia, o da informática e o da energia elétrica, não conseguiram impulsionar a exportação dos produtos relacionados a essas categorias de investimento setorial.

A Tabela 9 apresenta alguns resultados da variação percentual real para as relações de contabilidade social após o choque exógeno de longo prazo no estoque de capital de conhecimento.

Tabela 9 - Comportamento de variáveis selecionadas da MCS no cenário otimista

Identificação da variável	Variável	Variação (%)
Renda do excedente operacional bruto para as empresas	wentgos	0,00014
Renda do excedente operacional bruto para o governo	wgovgos	0,00014
Renda total das empresas	went	0,00017
Renda do governo	wincgov	0,00028
Renda líquida das famílias	wdispinc	0,00026
Transferência das empresas para o governo	wgovent	0,00016
Transferência do governo para as empresas	wentgov	0,00028
Transferência das famílias para o governo	wgovhou	0,00026
Fundos setoriais transferidos ao governo	wsfent	0,00017
Fundos setoriais transferidos do governo	wsfgov	0,00039

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Observa-se na Tabela 9 um aumento na variação percentual real nas transações entre os agentes econômicos no Brasil.

Como a variação percentual para as variáveis de renda do excedente operacional bruto das empresas e do governo, dependente dos pagamentos agregados ao capital físico e ao capital de conhecimento, é positiva, conseqüentemente tanto a renda das empresas quanto a renda do governo apresentaram crescimento real após o choque.

Como as transferências das empresas e do governo entre si e aos demais agentes econômicos dependem da renda dos mesmos, verifica-se um aumento real nessas transferências, afetando, portanto, a transferência dos fundos setoriais, conforme pode ser observado na tabela. Entretanto, neste cenário, a formação de *funding* dos fundos (que depende da renda das empresas), que são as transferências dos recursos dos fundos setoriais ao governo pelas empresas, é inferior à transferência de recursos financeiros dos fundos para elas (que depende, entre outros, da arrecadação de impostos, taxas e contribuições).

Assim, a elevação no estoque de capital de conhecimento na economia cria uma situação favorável tanto no *finance* (*wsfgov*) quanto no *funding* (*wsfent*) dos fundos setoriais, haja vista a variação percentual real positiva de ambos, mas com magnitude superior para a primeira. Desse modo, no longo prazo verificou-se a existência de maior disponibilidade de financiamento público à CT&I se comparada à captação de recursos financeiros para compor o fundo que provê os valores necessários ao próprio financiamento. Essa realidade, se bem aproveitada pelas empresas, pode impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a produção de inovações no setor privado da economia por meio da criação de novas unidades de capital de conhecimento nas empresas brasileiras inseridas nos setores investidores relacionados à produção de CT&I.

5.4.2 Cenário 2: resultados e discussão

A seguir são apresentados os resultados para o cenário pessimista, obtido por meio da simulação do choque exógeno negativo no estoque do capital de conhecimento do modelo BRAGEMSF.

5.4.2.1 Efeitos macroeconômicos

O cenário pessimista envolve uma situação econômica bem distinta da anterior. Em primeiro lugar, a Tabela 10 reúne o resultado do desempenho de longo prazo para as variáveis macroeconômicas para o cenário descrito.

Tabela 10 - Desempenho dos agregados macroeconômicos de longo prazo para o cenário pessimista

Variável	Varição (%)
Uso agregado dos fatores primários	-0,00038
Investimento agregado	-0,00074
Consumo real das famílias	-0,00024
Exportação	-0,00059
Consumo agregado do governo	-0,00024
PIB	-0,00037
Salário real	-0,00037
Receita do governo	-0,03711
Índice de preços ao consumidor (IPC)	0,00063
Custo médio do capital de conhecimento	11,24177
Custo médio do capital físico	0,00103
Salário nominal médio	0,00026
Contribuição da balança comercial ao PIB	-0,00007

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Basicamente, a situação da economia brasileira é adversa com relação ao estado das variáveis macroeconômicas para o estado de crescimento econômico.

Com a redução no percentual do estoque do capital de conhecimento, o custo do mesmo aumentou, da ordem de 11,24%, aproximadamente. Assim, ocorreu a diminuição, via aumento do custo de financiamento, da capacidade tecnológica da economia brasileira em produzir inovações.

Na mesma linha de raciocínio, com relação aos fatores produtivos do valor adicionado, o preço do capital físico (0,00103%) e do trabalho (0,00026%) também aumenta. Isso significa, além de uma redução na produtividade da economia, que os agentes econômicos terão de despendar mais recursos financeiros para a produção da mesma quantidade de bens e serviços.

Obviamente, após o aumento do custo de produção, os preços da economia subiram. Vide, por exemplo, o índice de preços ao consumidor: apresentou uma elevação de 0,00063%. Desse modo, a exportação caiu, devido à subida dos preços dos bens exportáveis da economia brasileira. O investimento agregado dos setores produtivos também caiu, atingido pelo aumento dos custos de produção e, portanto, perda de rendimento potencial e competitividade das firmas.

A família representativa perdeu renda com a queda dos salários reais, em torno de 0,00037%. Portanto, houve ainda menor demanda por insumos adicionais para produção. O

governo também demandou menos compras, percebendo uma redução na sua arrecadação, da ordem de 0,03711%.

Tudo isso acabou tendo efeito negativo sobre o PIB da economia brasileira neste cenário pessimista: o PIB apresentou uma queda de aproximadamente 0,00037%, compatível com a redução no uso dos fatores primários para a produção. Além disso, com a perda de competitividade da exportação, a contribuição da balança comercial ao PIB foi negativa. Alguns cenários parecidos foram encontrados em Pio (2016), Bahia (2019) e Betarelli Junior *et al.* (2020).

Uma característica relevante na comparação entre os agregados macroeconômicos entre os cenários otimista e pessimista é que os indicadores do cenário pessimista apresentaram magnitude maior do que aqueles verificados no cenário otimista. Em outras palavras: a queda do PIB é superior ao seu aumento; a redução no investimento agregado da economia é superior ao seu incremento; a diminuição da exportação ultrapassa seu acréscimo; o aumento no custo do capital de conhecimento também é superior à sua redução no cenário otimista, e assim por diante.

Dessa maneira, a redução do investimento em CT&I na economia brasileira em 2017 no cenário pessimista, além de causar uma variação negativa dos indicadores macroeconômicos, consegue apresentar valores percentuais adversos com magnitudes superiores àqueles realizados no cenário otimista. Esse resultado pode ser atribuído, em certa medida, à configuração do sistema econômico brasileiro e sua capacidade de financiamento à CT&I.

O sistema econômico brasileiro não consegue investir com propriedade e qualidade em CT&I e auferir seus resultados e desdobramentos devido a alguns gargalos e deficiências presentes em sistema de inovação. Algumas deficiências da economia brasileira são: i) existência insuficiente de capital humano qualificado; ii) concentração regional da infraestrutura de apoio à P&D e às atividades correlatas; iii) protecionismo setorial; iv) estado intervencionista; v) rigidez no mercado de trabalho; vi) ambiente de negócios e interações sistêmicas fragmentadas; vii) imprevisibilidade do financiamento à CT&I; viii) baixo estoque de capital físico e de conhecimento; ix) cultura inovativa incipiente⁴².

A capacidade de financiamento à CT&I no Brasil, apesar de ter sido fortalecida nas duas últimas décadas por um marco legal compatível com aquele existente nas economias

⁴² Esses elementos, pontuados por Pianta (1998), Archibugi e Pianta (1998), Rodríguez-Pose (1999) e Nelson (2006), são condicionantes para que um sistema econômico nacional seja bem-sucedido no aproveitamento das oportunidades tecnológicas surgidas através do investimento em CT&I.

mais tecnologicamente avançadas, ainda esbarra em dois problemas: i) a inexistência de produtos e linhas de financiamento de longo prazo no SFB, conjugado a um mercado de capitais e de capital de risco pouco desenvolvidos; ii) a imprevisibilidade no *finance* do fundo público, responsável, entre outras atribuições, pelo financiamento à CT&I no Brasil, nos moldes definidos por Martins (2019).

Todos os fatores apresentados criam entraves e aproveitamento insuficiente dos investimentos em CT&I.

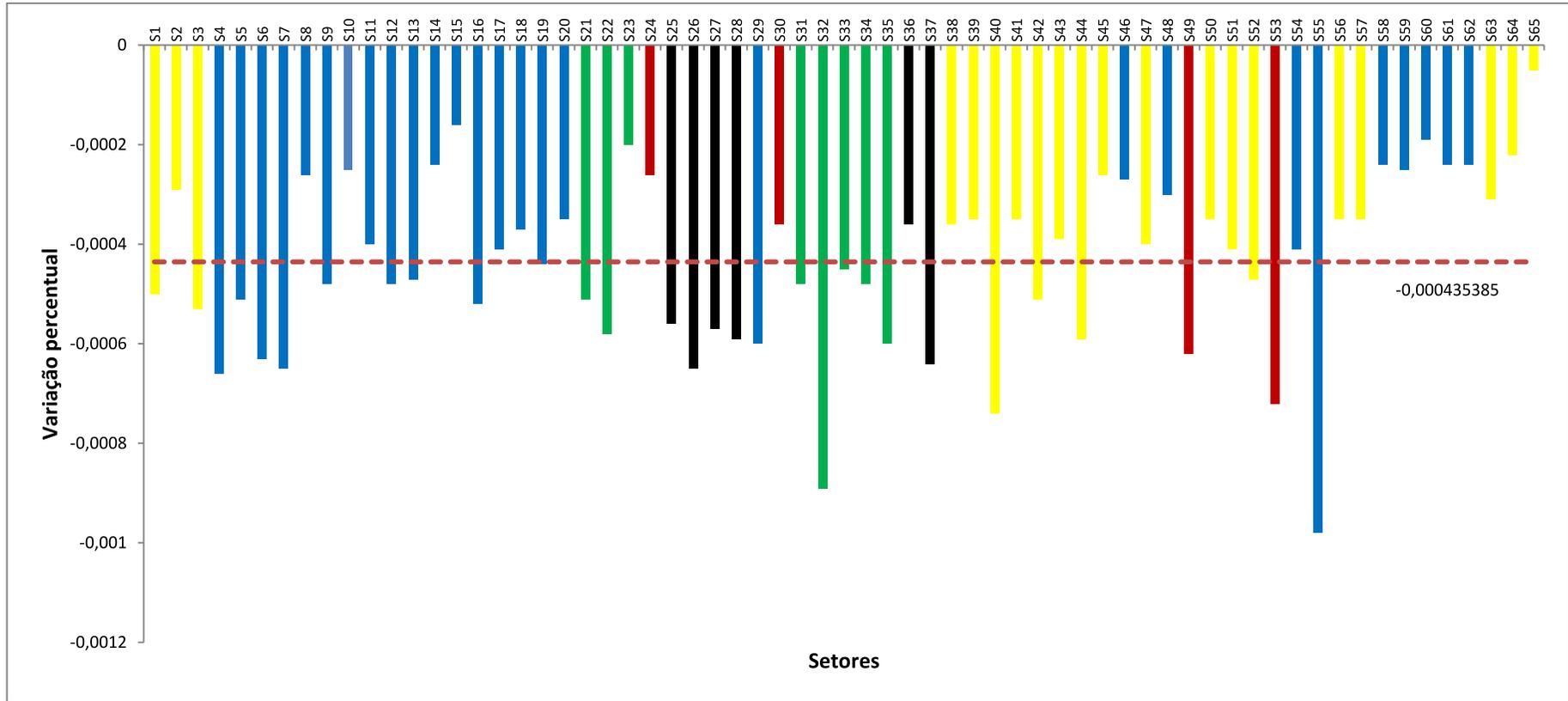
5.4.2.2 *Efeitos setoriais*

Os efeitos setoriais, mostrados nas próximas figuras, são derivados do choque exógeno negativo efetuado no estoque de capital de conhecimento, e retratam a variação percentual nas indústrias da economia brasileira no longo prazo.

A Figura 19 mostra as informações o efeito setorial para a produção⁴³ da economia brasileira no longo prazo.

⁴³ Nos comentários das figuras desta subseção, referentes ao cenário pessimista, não serão apresentados o número e a discriminação dos fundos que tiveram desempenho percentual abaixo da média, pois se trata dos mesmos fundos com desempenho acima da média no cenário otimista. Neste caso, é claro, com sinal invertido (negativo).

Figura 19 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual da produção dos setores da economia brasileira



Classificação da intensidade tecnológica: baixa (amarelo); média-baixa (azul); média (preto); média-alta (verde); alta (vermelho).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Neste cenário adverso, as variações percentuais na produção setorial abaixo da média ocorreram em setores de todas as intensidades tecnológicas. Os tipos de setores mais afetados pela redução na produção foram os de média, média-alta e alta intensidade tecnológica. A maioria dos setores de baixa e média-baixa tecnologia não apresentou queda na produção abaixo da média.

Os seis setores com maiores quedas foram: *Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual* (S55 – média-baixa tecnologia), *Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos* (S32 – média tecnologia), *Construção* (S40 – baixa tecnologia), *Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnica e P&D* (S53 – alta tecnologia), *Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos* (S4 – média-baixa tecnologia) e *Fabricação de produtos minerais não metálicos* (S26 – média tecnologia).

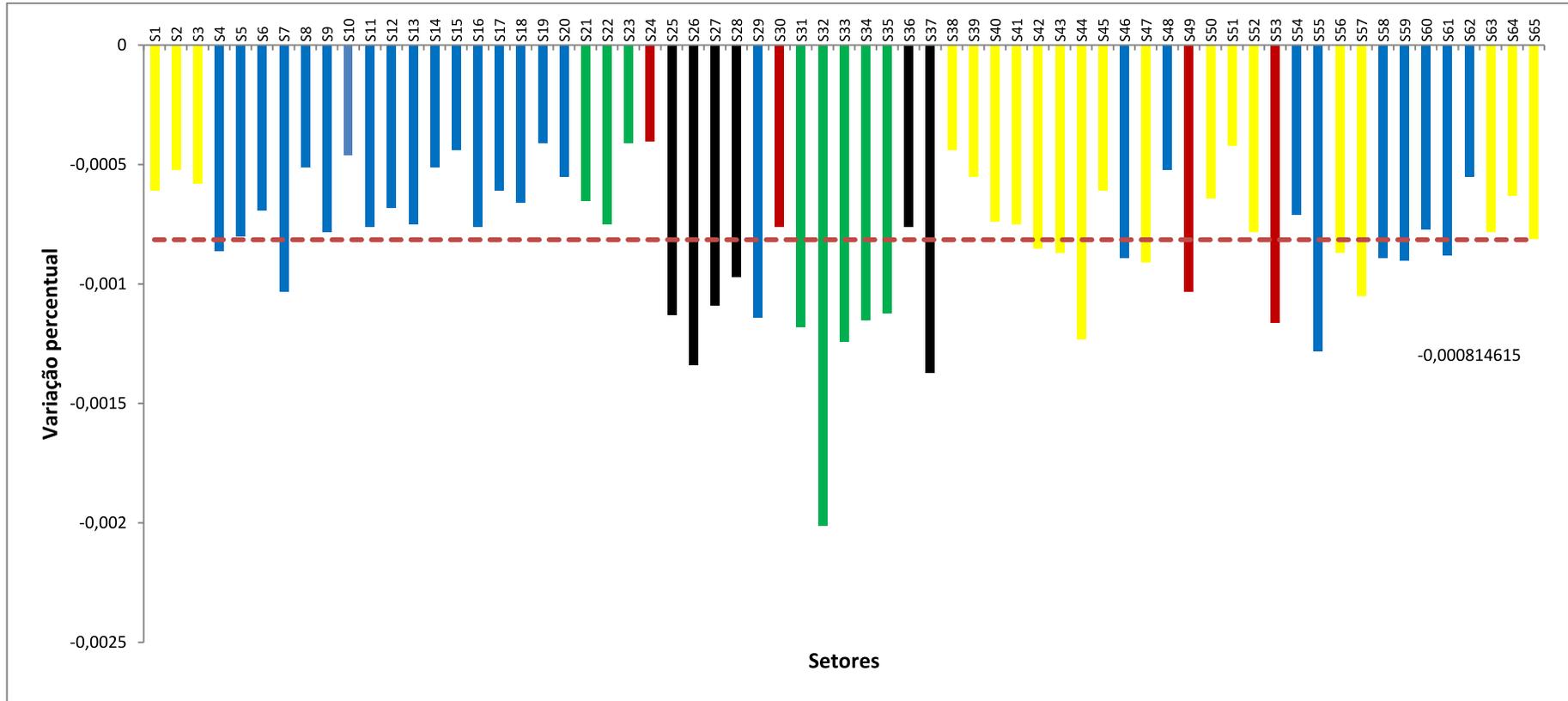
Algumas observações podem ser feitas acerca do efeito setorial do choque: i) os setores apresentam queda não uniforme da produção; ii) metade dos setores de alta tecnologia sofreram queda acima da média; iii) alguns setores manufatureiros ou fabris (S21, S22, S25 a S29, S31, S32 e S34) e outros setores da indústria extrativa (S4 a S7) foram aqueles que tiveram maiores quedas; iv) os setores S56 a S65, menos afetados pelo choque, são baseados em trabalho; v) esses setores são os mesmos que apresentaram os maiores aumentos no cenário otimista. A média neste cenário, no entanto, foi superior, em módulo, àquela verificada no choque exógeno positivo. Portanto, em consonância com o comportamento dos agregados macroeconômicos no comparativo da magnitude da variação percentual. Por isso, a queda na produção setorial no cenário pessimista foi maior do que a elevação do quantitativo de produtos e serviços no cenário otimista.

Logo, a redução ou escassez de investimento em CT&I na economia brasileira, representado aqui pelo capital de conhecimento oriundo dos fundos setoriais, leva a uma situação de perda de bem-estar, no sentido de que há menos disponibilidade de bens e serviços para consumo das famílias.

Em suma, de acordo com a Figura 19, os setores mais sensíveis à diminuição nos recursos disponibilizados pelos dezesseis fundos setoriais foram os relacionados à indústria extrativa e à indústria de transformação.

A Figura 20 demonstra o efeito setorial para o investimento da economia brasileira no longo prazo.

Figura 20 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual do investimento dos setores da economia brasileira



Classificação da intensidade tecnológica: baixa (amarelo); média-baixa (azul); média (preto); média-alta (verde); alta (vermelho).

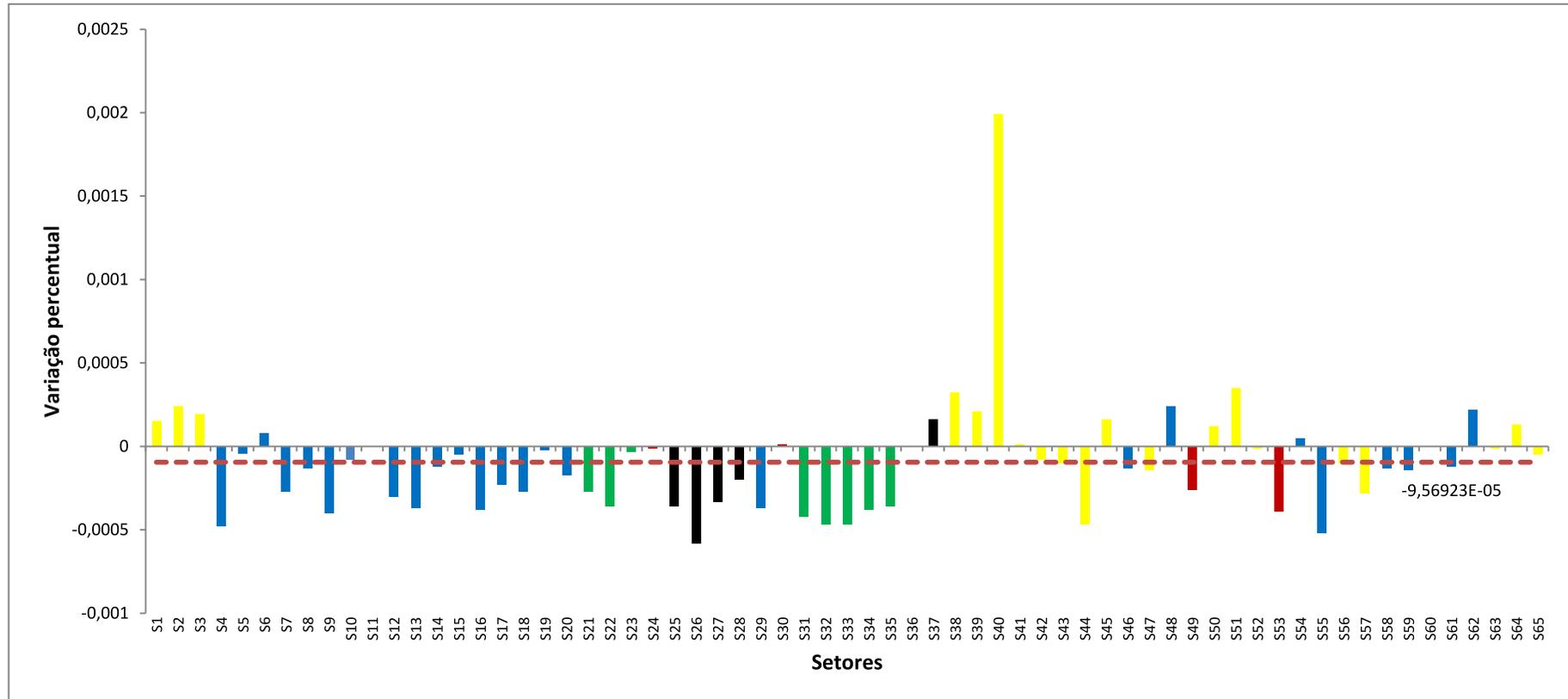
Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Com relação ao investimento, todos os setores apresentaram redução da inversão em relação à condição inicial da economia, com destaque para aqueles de média, média-alta e alta tecnologia, conforme pode ser visto na figura. Dentre esses setores, as maiores quedas foram de: *Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos* (S32 – média tecnologia); *Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos* (S37 – média tecnologia); *Fabricação de produtos de minerais não-metálicos* (S26 – média tecnologia); *Aluguéis não- imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual* (S55 – média-baixa tecnologia); e *Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças* (S33 – média-alta tecnologia).

Desse modo, os setores S25 a S37, com exceção de S30 e S36 e outros poucos setores classificados como baixa tecnologia, reduziram seu investimento na economia abaixo da média após o choque exógeno considerado. A média, como no caso da produção, foi superior àquela verificada no cenário otimista. A classificação dos setores quanto à ligação intersetorial é a mesma realizada na análise da Figura 16.

A Figura 21 reúne dados para o efeito setorial sobre o emprego na economia brasileira no longo prazo.

Figura 21 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual do emprego dos setores da economia brasileira



Classificação da intensidade tecnológica: baixa (amarelo); média-baixa (azul); média (preto); média-alta (verde); alta (vermelho).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Ao contrário das outras duas figuras, houve duas configurações distintas com relação ao choque exógeno: a maioria dos setores percebeu redução no emprego, enquanto dezessete setores apresentaram elevação no emprego.

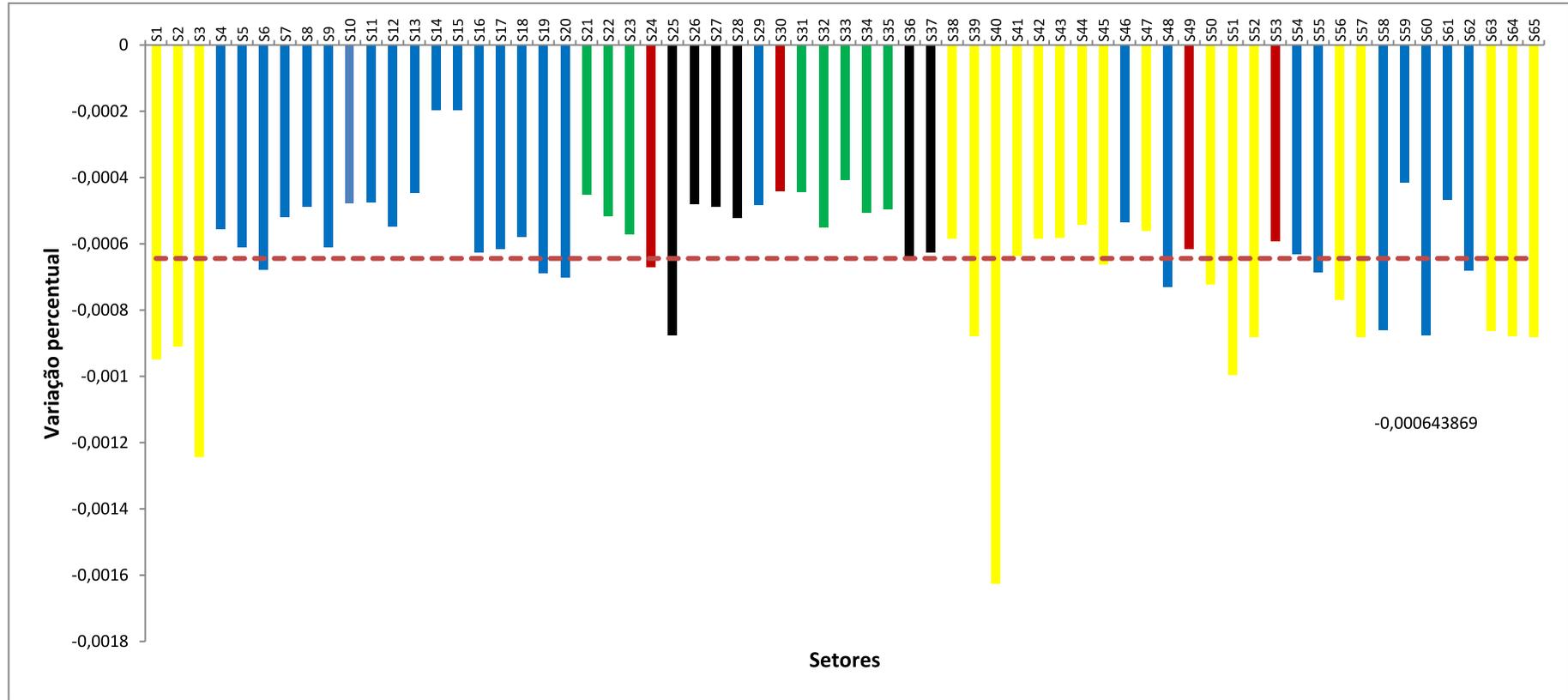
Do ponto de vista da redução do emprego, os setores com as maiores quedas abaixo da média foram: *Fabricação de produtos minerais não-metálicos* (S26 – média tecnologia); *Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual* (S55 – média-baixa tecnologia); *Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos* (S4 – média-baixa tecnologia); *Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos* (S32 – média tecnologia); *Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças* (S33 – média tecnologia); *Alojamento* (S44 – baixa tecnologia).

Do ponto de vista do incremento no emprego, os setores com as maiores altas foram: *Construção* (S40 – baixa tecnologia); *Atividades imobiliárias* (S51 – baixa tecnologia); *Energia elétrica, gás natural e outras utilidades* (S38 – baixa tecnologia); *Pecuária, inclusive o apoio à pecuária* (S2 – baixa tecnologia); e *Água, esgoto e gestão de resíduos* (S39 – baixa tecnologia).

Portanto, a perda de empregos aconteceu, em sua maioria, em setores tecnologicamente mais avançados do que naqueles setores nos quais se verificou uma variação percentual positiva no emprego, que são, em sua grande maioria, de baixa intensidade tecnológica. Essa variação percentual negativa nos empregos, por sua vez, foi superior neste cenário em comparação com o cenário alternativo.

A Figura 22 traz o comportamento da exportação setorial no longo prazo para a economia brasileira.

Figura 22 - Efeito setorial de longo prazo na variação percentual da exportação dos setores da economia brasileira



Classificação da intensidade tecnológica: baixa (amarelo); média-baixa (azul); média (preto); média-alta (verde); alta (vermelho).

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Com uma retração no investimento em capital de conhecimento, a exportação de todos os setores produtivos da economia brasileira reduziu-se no longo prazo. A variação percentual negativa acima da média atinge os seguintes setores em destaque: *Construção* (S40 – baixa tecnologia); *Produção florestal; pesca e aquicultura* (S3 – baixa tecnologia); *Atividades imobiliárias* (S51 – baixa tecnologia); *Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e pós-colheita* (S1 – baixa tecnologia); e *Pecuária, inclusive o apoio à pecuária* (S2 – baixa tecnologia).

Logo, os mesmos setores que se destacaram no cenário otimista foram os mais afetados pela diminuição dos recursos financeiros dos fundos setoriais.

De acordo com a classificação proposta no Quadro B1, os setores S2 e S40 tem forte ligação para trás, enquanto os setores S1 e S51 apresentam forte ligação para frente, estimulando, portanto, outras atividades produtivas que dependem da produção de ambos os setores. O setor S3 não apresenta ligações relevantes tanto para frente quanto para trás.

Ademais, a exemplo do que ocorreu nas demais análises dos efeitos setoriais de ambos os cenários, a média para a queda da variação percentual das exportações é superior à média verificada no cenário de crescimento nas vendas externas. Por conseguinte, a redução da exportação em todos os setores é superior ao crescimento percentual obtido no cenário otimista.

O comportamento da variação percentual real das variáveis da MCS no choque pessimista de longo prazo foi economicamente adverso, com queda em todas elas.

Sobre essas variáveis da MCS no longo prazo, algumas das aderentes à pesquisa estão dispostas na Tabela 11.

Tabela 11 - Comportamento de variáveis selecionadas da MCS no cenário pessimista

(continua)		
Identificação da variável	Variável	Variação (%)
Renda do excedente operacional bruto para as empresas	wentgos	-0,00015
Renda do excedente operacional bruto para o governo	wgovgos	-0,00015
Renda total das empresas	went	-0,00018
Renda do governo	wincgov	-0,00031
Renda líquida das famílias	wdispinc	-0,00029
Transferência das empresas para o governo	wgovent	-0,00018

(conclusão)

Identificação da variável	Variável	Variação (%)
Transferência do governo para as empresas	wentgov	-0,00031
Transferência das famílias para o governo	wgovhou	-0,00029
Fundos setoriais transferidos ao governo	wsfent	-0,00018
Fundos setoriais transferidos do governo	wsfgov	-0,00043

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

A Tabela 11 apresenta uma situação oposta à encontrada na Tabela 9. Neste cenário, houve variações percentuais negativas nas variáveis da MCS. A queda do EOB para as empresas e para o governo, por exemplo, foi da ordem de 0,00015%.

Como o EOB faz parte da renda total das empresas e do governo, ambas também diminuíram. Como as transferências das empresas e do governo dependem de suas respectivas rendas, estas também experimentaram um decréscimo.

Contudo, as variáveis já citadas, exceto o EOB, apresentaram percentuais menores para o governo com relação às empresas, de -0,00018 e -0,00031%, respectivamente. E esse movimento não foi diferente para as variáveis de interesse da MCS nesta Tese, que são *wsfent* e *wsfgov*.

Neste cenário, a variação percentual real negativa nas transferências das empresas ao governo (*wsfent*) a títulos de fundos setoriais é inferior às transferências do governo às empresas (*wsfgov*). Com a redução no estoque do capital de conhecimento, as transferências das empresas ao governo a título de fundos setoriais sofreram uma queda de 0,00018%, enquanto as transferências do governo para as empresas caíram 0,00043%. Essa queda em *wsfgov* prejudica a formação de novas unidades no estoque de capital de conhecimento pelas empresas dos setores investidores em CT&I no país, apresentando, portanto, efeito indireto na obtenção de inovações e produção de novas tecnologias.

Em suma, quando há uma situação adversa de longo prazo na economia brasileira, há na MCS uma piora real das transferências constituintes das entradas e saídas dos fundos setoriais, sendo a contribuição das empresas aquela que apresentou menor redução com relação à contribuição governamental.

Esse resultado do modelo leva a um apontamento recorrente na literatura sobre o fluxo de investimento dos recursos financeiros dos fundos setoriais com relação à sua arrecadação: a existência de contingenciamentos orçamentários (HOLLANDA, 2010), os quais se fazem

presentes especialmente em momentos de retração econômica e na presença de políticas de austeridade fiscal (BETARELLI JUNIOR *et al.*, 2020). Esse contingenciamento compromete a execução orçamentária dos fundos com relação ao seu potencial de fomentar a CT&I no Brasil, prejudicando assim a previsibilidade dos recursos disponíveis à inovação. A imprevisibilidade da existência de recursos disponíveis é considerada ao mesmo tempo um dos motivos para a concepção desses instrumentos de financiamento e um dos principais gargalos ao avanço científico e tecnológico do país.

5.5 À GUIA DE CONCLUSÃO

A análise dos cenários simulados a partir do financiamento à CT&I por meio dos fundos setoriais de ciência e tecnologia na economia brasileira permitiu demonstrar e confirmar o que muitos economistas e estudiosos da mudança técnica e do crescimento econômico pontuaram: que a acumulação de capital físico, o trabalho e o progresso tecnológico são as molas propulsoras do crescimento econômico dos países (BAYARÇELIK; TASEL, 2012; SZIRMAI, 2012).

A divisão do choque exógeno em otimista e pessimista proporcionou as bases empíricas necessárias para análises heurísticas da importância do financiamento à CT&I para o fomento das atividades econômicas no Brasil. Neste sentido, quanto à variação do estoque de capital de conhecimento, os dois cenários apresentaram características distintas em todos os aspectos abordados nas tabelas e figuras das subseções anteriores.

O cenário otimista, onde houve o incremento no financiamento à CT&I advindo dos fundos setoriais, apresentou melhor eficiência no aproveitamento dos recursos produtivos disponíveis no valor adicionado, aumentando o uso dos fatores primários, propiciando, assim, o crescimento do produto, maior variabilidade na oferta de bens e serviços e aumento do bem-estar. A capacidade de mudança técnica, representada pela realização da CT&I, constitui-se em um elemento poderoso, pois se torna o motor do desenvolvimento das forças produtivas (HUMBERT, 2005).

Segundo Arbix e Miranda (2017), a capacidade de incorporar, adaptar e produzir tecnologia e inovações é determinante na obtenção de ganhos de eficiência na atividade produtiva. De acordo com os autores, os países que conseguiram aumentar os níveis de bem-estar da população e inserção na economia mundial deram atenção especial ao investimento em educação e em ciência e tecnologia. De acordo com Saviotti (2005), a expansão da

produção nacional aumenta as chances de realização do aprendizado e do crescimento da produtividade.

Com relação à produção setorial, houve o estímulo ao aumento do produto de todos os setores, com maiores variações naqueles de intensidade tecnológica média-baixa, média, média-alta e alta, formados principalmente pela indústria extrativa e de transformação. Esses setores, os quais em sua maioria cresceram acima da média na Figura 15, apresentaram forte ligação para trás e para frente, além de alguns deles serem setores-chave da economia. Destarte, observa-se a importância do financiamento do investimento em CT&I em setores relevantes no contexto do encadeamento produtivo da economia nacional, como aqueles relacionados à produção de máquinas e equipamentos, automóveis, petróleo e gás, borracha e plástico e metais.

O investimento setorial da economia também foi beneficiado pelo aumento do estoque do capital de conhecimento. Em geral, os setores de baixa, média-baixa, média e média-alta intensidade tecnológica foram aqueles que mais se destacaram nessa variável. A maioria desses setores, com variação percentual do investimento acima da média, possui forte ligação para trás. Ou seja, são atividades produtivas capazes de fomentar a demanda sistêmica por insumos via encadeamento produtivo e ainda são caracterizadas por maior complexidade tecnológica. Dessa forma, no longo prazo, expandir, como política pública, o acesso aos recursos financeiros dos fundos setoriais é uma medida de interesse nacional, pois favorece o investimento em setores majoritariamente fabris e tecnologicamente variados, com maior probabilidade de realização de inovações.

O incremento do investimento na economia, especialmente dos setores mais intensivos em tecnologia, proporciona ainda outros efeitos, como: reorganização das atividades produtivas, buscando maior eficiência; novas combinações de insumos; aberturas de novos mercados; estímulo produtivo em direção a atividades de maior valor agregado; crescimento sustentado da renda e da produção; aumento da acumulação de capital; estímulo à qualificação profissional; transbordamentos tecnológicos e licenciamento de tecnologia; competitividade industrial e inovativa externa; pressão por mudanças legais para acomodar a maior dinamicidade da economia; melhoria na infraestrutura e interligação de mercados; e surgimento de novas formas de financiamento à CT&I pela criação de um ambiente onde a importância da inovação e da mudança técnica é evidenciada, entre outros. Assim, pode-se concluir que os efeitos sociais do investimento, sobretudo em setores intensivos em ciência e tecnologia, são superiores à apropriabilidade privada que as empresas obtêm pelo seu engajamento em processos inovativos.

No tocante ao emprego, os trabalhadores possuem livre mobilidade entre os setores no longo prazo. Com isso, o ajuste na alocação do trabalho estimulou o aumento do emprego acima da média em setores classificados no intervalo média-baixa tecnologia a alta tecnologia. As perdas setoriais mais relevantes foram verificadas nas atividades de baixa intensidade tecnológica. Portanto, há uma migração de trabalhadores dos setores tecnologicamente menos complexos para setores mais complexos, onde há postos de trabalho de melhor qualidade. Setores tecnologicamente mais avançados no Brasil geralmente pagam melhores salários e investem em qualificação, treinamento de pessoal e desenvolvimento de habilidades, conforme ressaltado anteriormente (DE NEGRI; SALERNO; CASTRO, 2005). Assim, a partir desse evento, é possível que o Brasil ganhe em capacidade inovativa através da melhoria do capital humano nacional.

Segundo Araújo (2005), a melhoria do capital humano em uma empresa brasileira aumenta as chances de desempenho inovador, com elevação da propensão à execução de investimentos em P&D. Contrariamente, firmas que não realizam inovações e com menor produtividade não mostram percepção da importância de acréscimos no capital humano. Geralmente, isso ocorre, no Brasil, em setores que produzem bem e serviços de baixo conteúdo tecnológico (ARBACHE, 2005). Pode-se considerar que algumas características desse cenário descrito pelos autores apresentam desdobramentos no resultado alcançado na Figura 17.

Quanto à exportação, apesar de todos os setores registrarem variação percentual positiva na quantidade exportada no cenário otimista, aqueles com variação acima da média, em sua maioria, são caracterizados pela baixa intensidade tecnológica (baixa e média-baixa). Os cinco setores com maior variação percentual na exportação de longo prazo são tecnologicamente classificados como de baixa intensidade, com destaque para as atividades agroflorestais. Esse é um resultado destoante dos demais comentados até aqui. Portanto, o efeito econômico positivo iniciado com o aumento do estoque de capital de conhecimento na economia brasileira parece não ter impulsionado, em geral, a exportação e uma mudança qualitativa na inserção externa do conjunto de setores tecnologicamente mais avançados da economia brasileira.

Esse resultado encontra respaldo no comportamento da balança comercial brasileira nas últimas duas décadas, período no qual as inovações regulatórias referentes à CT&I no país foram sendo gradualmente implantadas. Durante os últimos vinte anos, a pauta exportadora nacional moveu-se em direção à exportação de produtos menos intensivos em tecnologia, ao passo que os produtos mais intensivos no quesito foram perdendo peso relativo, exceto os

setores de material elétrico, químico, da aviação, e de veículos automotores. Esse fenômeno é chamado na literatura de reprimarização da pauta exportadora ou da inserção comercial externa (SAMPAIO; VIEIRA, 2021).

Cinco eventos contribuíram para esse comportamento da balança comercial: i) aumento dos preços internacionais das *commodities*, o que incentivou a exportação brasileira de produtos dos setores correspondentes, como soja, minério de ferro, açúcar e carnes em geral, por exemplo; ii) apreciação cambial, que tornou os produtos manufaturados do Brasil mais caros internacionalmente e, portanto, menos competitivos; iii) a crescente exportação e competitividade chinesa de produtos manufaturados de média e alta complexidade tecnológica, os quais foram gradualmente ganhando inserção internacional durante o período; iv) fragmentação das estruturas e atividades produtivas de componentes eletroeletrônicos ao redor do mundo, concentradas especialmente no sudeste asiático; v) a inserção brasileira nas cadeias globais de valor, com o país sendo exportador líquido de insumos para outros países, onde passam por processos produtivos de agregação de valor na cadeia produtiva doméstica (LEUTWILER, 2016).

As consequências diretas desses eventos são a perda de competitividade externa dos setores industriais de média, média-alta e alta tecnologia. No mesmo período, os produtos de baixa tecnologia aumentaram a participação relativa na exportação brasileira. Enquanto setores de média, média-alta e alta tecnologia apresentaram *déficits* comerciais sucessivos, os setores exportadores de produtos agrofloretais, alimentos e bebidas (baixa intensidade tecnológica) e minerais metálicos e não metálicos (média-baixa intensidade tecnológica) expandiram seu *superávit* comercial (LEUTWILER, 2016; BRANDO, 2017; SAMPAIO; VIEIRA, 2021).

Não obstante o estímulo à produção interna de bens dos setores de média, média-alta e alta intensidade tecnológica no cenário otimista, essa produção não está encontrando meios de inserção internacional, em parte pela conjuntura econômica mundial, e ainda pela perda de competitividade baseada no preço desse tipo de produto nos mercados externos.

Uma possível solução para que os ganhos tecnológicos da produção, obtidos após o crescimento no estoque de capital de conhecimento, transformem-se em inserção externa competitiva dos produtos brasileiros de média, média-alta e alta tecnologia, está relacionada à capacitação das empresas brasileiras para a internacionalização de suas vendas e adoção das melhores práticas produtivas internacionais, como licenciamentos de tecnologias, padronização do produto de acordo com normais internacionais, controle de qualidade e cooperação internacional. Ou seja, os setores tecnologicamente mais avançados necessitam

profissionalizar-se na produção de bens que sejam realmente desejados pelos consumidores ao redor do mundo. Essa iniciativa é muito importante do ponto de vista do ganho de competitividade dos produtos brasileiros, pois, segundo Nelson (2006), se uma empresa não exporta seus produtos, ela nunca chegou a conhecer verdadeiramente o que é de fato competir. Não é um caminho fácil, mas é imperioso que seja trilhado, para que os ganhos de produtividade e de eficiência econômica advindos do aumento do financiamento à CT&I por meio dos recursos financeiros dos fundos setoriais sejam devidamente aproveitados.

Com relação às transferências financeiras entre os agentes econômicos, o financiamento à CT&I (recursos dos fundos direcionados às empresas) aumenta percentualmente mais do que a transferência dos recursos das empresas para o governo (*funding* dos fundos) em termos reais. Esse é um movimento interessante do ponto de vista do desenho da política pública dos fundos setoriais: quando há uma situação macroeconômica favorável no Brasil, ocorre uma variação positiva nos recursos destinados à CT&I. Esse evento é capaz de prover, de acordo com o modelo desta Tese, maior formação de capital de conhecimento, sendo, portanto, importante para baratear ainda mais o custo deste capital. O menor custo de capital para inovar favorece o ciclo econômico virtuoso esquematizado na Figura 9.

O cenário pessimista pode ser considerado como situação antagônica ao cenário otimista. Naquele cenário, ao contrário do otimista, o uso de fatores é reduzido, há queda na produção e no PIB, acontece o aumento no custo dos fatores de produção do valor adicionado, inclusive o custo do capital de conhecimento, que acaba se tornando mais escasso na economia. Com os efeitos setoriais não é diferente.

Em primeiro lugar, a média simples de cada efeito setorial do cenário pessimista é superior à média simples do cenário otimista. Desse modo, a queda na produção ou no investimento, por exemplo, é mais acentuada do que a elevação.

Esse fato demonstra que a dificuldade do acesso ou a escassez dos recursos provenientes dos fundos setoriais causa um efeito pernicioso na economia brasileira no longo prazo.

De fato, a redução na capacidade de financiamento dos fundos setoriais gera efeitos sistêmicos e sociais que, uma vez interrompidos, acabam comprometendo uma série de atividades relacionadas ao processo de inovação. Dentre elas, estão: i) o custeio do processo inovativo, ou seja, da própria P&D e atividades correlatas; ii) a qualificação dos trabalhadores, especialmente aqueles envolvidos com CT&I; iii) o ganho em capital humano; iv) a realização da pesquisa básica; v) a interação ICT-empresa (um dos objetivos principais

dos fundos setoriais); vi) o ganho de produtividade; vii) a variabilidade produtiva; viii) a realização de congressos, feiras e demais encontros técnico-científicos; ix) construção e manutenção da infraestrutura de inovação, como laboratórios e centros de pesquisa; x) a absorção e acumulação de conhecimento; xi) a consolidação de um sistema nacional de CT&I, entre outros.

No cenário pessimista ainda ocorreu uma redução real das transferências relativas aos fundos, tanto do governo quanto das empresas. Entretanto, essa situação mostrou uma disparidade nos repasses que confirma o fato observável no histórico dos fundos setoriais: a formação do capital dos fundos caiu menos do que o financiamento realizado pelo Estado. Conforme consulta ao orçamento dos fundos, é perceptível a falta de um movimento crescente nos recursos executados, sendo que o próprio orçamento previsto varia bastante ao longo do tempo, tanto para mais, quanto para menos. Segundo Arbix (2017), é essencial que o Brasil enfatize, entre outras prioridades, a superação da instabilidade quanto à disponibilização de financiamento à inovação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta Tese foi realizar uma análise de sensibilidade da política pública dos fundos setoriais de ciência e tecnologia na economia brasileira para fornecer subsídios empíricos com relação aos efeitos econômicos relacionados ao financiamento à CT&I a partir do capital de conhecimento originado nos próprios fundos. Para isso, em um modelo de equilíbrio geral computável adaptado para a economia brasileira com estática comparativa, denominado BRAGEMSF, adicionou-se o estoque de capital de conhecimento como elemento constituinte do valor adicionado. Assim, o capital dos fundos setoriais foi explicitamente designado para fazer parte dos fatores produtivos primários.

As simulações dos cenários otimista e pessimista mostraram que evidenciar o estoque de capital de conhecimento dos fundos setoriais como componente produtivo na economia brasileira permitiu encontrar resultados sistêmicos coerentes com o que se espera do financiamento e investimento em CT&I em uma economia nacional. Assim, entre outros resultados, os setores mais estimulados (desestimulados) foram os setores de baixa a alta tecnologia, com destaque para os setores de média-baixa, média e média-alta intensidade tecnológica. Isso em relação à produção e ao investimento. Com relação à exportação, os maiores efeitos foram sentidos nos setores de baixa intensidade tecnológica, em ambos os cenários. Por fim, para o emprego setorial, obteve-se um resultado diferenciado, no sentido de que alguns setores elevaram o número de empregados, enquanto outros apresentaram queda na demanda por trabalhadores. No cenário otimista, o aumento nas contratações ocorreu nos setores tecnologicamente mais avançados, enquanto que no cenário pessimista esses mesmos setores apresentaram as maiores saídas de trabalhadores.

Portanto, os efeitos benéficos do financiamento em CT&I descritos na literatura foram mais uma vez comprovados neste estudo. Evidenciou-se que, após o choque exógeno no estoque de capital de conhecimento, a maioria dos setores produtivos diretamente envolvidos com os fundos não apresentou crescimento acima da média nos efeitos setoriais, exceto na exportação. Assim, pode-se afirmar que a produção e o investimento da maior parte dos setores indiretamente envolvidos com os fundos setoriais na economia brasileira, em função da interdependência produtiva de cada um por meio de sua ligação para frente e para trás com cada setor diretamente relacionado à política pública de CT&I, foram beneficiados com o aumento do estoque de capital de conhecimento. Portanto, levantou-se mais uma vez a importância do financiamento destinado às atividades inovativas. No caso específico desta Tese, contemplou-se o financiamento público.

Em primeiro lugar, esta Tese contribui com a literatura sobre o financiamento da ciência tecnologia e inovação ao considerar como ambiente econômico-institucional a economia brasileira, de modo a prover subsídios empíricos sobre o investimento em capital de conhecimento e os efeitos setoriais desse investimento em um país em desenvolvimento. Como a maioria dos estudos de financiamento à inovação é realizada com dados das economias de países mais avançados tecnologicamente, analisar e discutir o papel da disponibilidade de recursos financeiros direcionados à CT&I em um país como o Brasil, país de industrialização tardia e que não possui uma cultura inovativa consolidada, torna-se um diferencial importante.

Outra contribuição específica foi a inclusão dos fundos setoriais, instrumento criado na reforma do marco regulatório da inovação no país, como capital de conhecimento em um modelo de equilíbrio geral computável. Até o presente momento, não há na literatura um estudo que utilize um modelo EGC para avaliação da influência sistêmica dos fundos setoriais na economia brasileira. Os estudos existentes procuraram avaliar, entre outros objetivos: a trajetória institucional e governança dos fundos; os movimentos financeiros na arrecadação e aplicação dos recursos; o impacto dos recursos disponibilizados nas empresas beneficiadas. Assim, ao focar na inclusão do capital dos fundos setoriais como componente explícito do fator primário de produção da economia brasileira, esta pesquisa oferece um salto metodológico qualitativo na avaliação de um instrumento de promoção do financiamento da CT&I no Brasil.

Com relação a esse salto metodológico, nos estudos acerca dos fundos setoriais já realizados, o arcabouço teórico-metodológico neoclássico ampliado não foi utilizado para modelar os fundos na economia brasileira. Ou esses estudos são apenas descritivos, ou utilizam um ferramental econométrico de corte transversal ou dados em painel sob alguma teoria de organização industrial ou de tradição neo-schumpeteriana. Conforme ressaltado nesta Tese, a abrangência sistêmica de tradição neoclássica oferece resultados capazes de proporcionar análises intuitivas e heurísticas, as quais são adequadas à resolução de problemas de natureza complexa e abrangente. Assim, é um arcabouço conveniente e adequado para o estudo de um problema de equacionamento complexo e abrangente como o financiamento e o investimento em CT&I, sob o qual essa Tese foi organizada e estruturada para responder.

A inclusão da MCS no modelo BRAGEMSF é outro diferencial a ser considerado, agora com relação aos demais modelos EGC que possuem os recursos financeiros destinados à inovação como um componente explícito do modelo, seja setorialmente, seja no valor

adicionado. Dada a natureza metodológica dos estudos sobre os fundos setoriais já realizados no Brasil, não houve lugar para o uso dos dados da MCS. Além disso, apesar de os autores dos estudos revisados nesta pesquisa: i) considerarem o investimento em CT&I ou em P&D como um fator de produção ou um componente setorial; ii) e calibrarem seus modelos com dados da MIP ou da MCS para os países-alvos, nenhum dos autores consultados modelou, no tocante ao financiamento público da CT&I, os recursos financeiros destinados à inovação em um contexto de transferências entre governo e empresas. Em outras palavras, uma extensão de dados para a MCS não foi explicitada nos modelos da revisão de literatura realizada nesta Tese sobre a temática capital de conhecimento e modelos EGC. Desse modo, a contribuição desta pesquisa avança também nesse ponto, ao adicionar uma extensão no modelo além da matriz de absorção que contempla as transações dos agentes econômicos com relação ao capital de conhecimento.

Mais uma contribuição acontece na mensuração setorial da variação percentual na exportação. Ao contrário do resultado encontrado por Pio (2016), no qual o aumento de maior destaque na exportação é de produtos de setores mais intensivos em tecnologia, o resultado obtido através do modelo desta Tese mostra que, apesar de todos os setores apresentarem variação percentual positiva (negativa) no cenário otimista (pessimista), os produtos de maior destaque, cuja variação percentual encontra-se acima da média em ambos os cenários, são aqueles produzidos majoritariamente em setores de baixa intensidade tecnológica, a exemplo dos produtos exportados pelos setores agroflorestais (agricultura, pecuária e produção florestal).

Esse movimento, que vem se desenhando na pauta exportadora brasileira há pelo menos duas décadas, é comumente chamado na literatura de comércio internacional de reprimarização da pauta exportadora ou reprimarização da inserção exportadora nacional. Dessa maneira, o modelo BRAGEMSF, além de reproduzir uma situação real da economia externa brasileira no que se refere ao estado atual do conteúdo tecnológico das exportações, ainda permite intuir que inexistente uma relação causal direta no Brasil entre ganhos tecnológicos domésticos e aumento em geral da exportação de produtos tecnologicamente mais intensivos. Portanto, a visão de que basta investir em aprimoramento tecnológico doméstico que haverá maior inserção externa de produtos brasileiros de maior conteúdo tecnológico no mundo não encontra respaldo nos resultados desta Tese. Essa constatação, além de ser uma contribuição interessante para a literatura, abre uma oportunidade de pesquisa no sentido de tentar compreender as causas que engendram os comportamentos

doméstico e externo da economia brasileira no que tange à transferência dos ganhos de produtividade e investimento em setores intensivos em tecnologia para a pauta exportadora.

Porém, do ponto de vista da necessidade do ganho de competitividade tecnológica e produtiva da economia brasileira perante outras economias tecnologicamente mais avançadas, apenas o financiamento público não consegue atender à demanda das empresas brasileiras por financiamento à inovação.

É inegável que nos últimos vinte anos a legislação brasileira referente ao marco regulatório de acesso ao financiamento público de recursos para a CT&I foi substancialmente melhorado. Alguns exemplos são a Lei de Informática, a Lei de Inovação, a Lei do Bem, a Lei das TICs e as leis que criaram os fundos setoriais no âmbito do FNDCT. Esse marco regulatório procurou aproximar as universidades e demais ICTs das empresas, priorizando a criação de sinergias e a capacidade de transbordamento tecnológico, necessárias ao processo inovativo. Com essa legislação, o Brasil passou a contar com instrumentos modernos de acesso ao financiamento público da CT&I, nos moldes das legislações dos países tecnologicamente mais avançados.

Assim, o fundo público foi contemplado pelo marco regulatório. Mas qual foi o papel atribuído ao sistema financeiro nacional no financiamento à CT&I? Qual o marco regulatório que incentiva o financiamento dos bancos ao esforço inovativo? Não há qualquer resposta satisfatória para esses questionamentos.

Desse modo, para fomentar ainda mais o investimento em CT&I e alavancar a produtividade e competitividade da economia nacional, é preciso que o sistema financeiro, representado por bancos, bolsa de valores, investidores de risco, entre outros, sejam parceiros das firmas brasileiras na concessão de créditos de longo prazo. Para isso, novos instrumentos de financiamento deverão ser concebidos e desenvolvidos, e outros mecanismos já existentes podem ser usados, como a equalização da taxa de juros a ser cobrada do ente financiado, a ampliação da carência e a redução das garantias exigidas para concessão do empréstimo. Além disso, um marco regulatório do mercado financeiro, envolvendo bolsa de valores, corretoras e empresas de capital risco, pode ser proposto e debatido no âmbito nacional. Nos países desenvolvidos os serviços desses agentes são muito requisitados pelas firmas que investem em inovação.

Outro conjunto de instrumentos que pode ser utilizado para fomentar a CT&I no país e que acabou sendo negligenciado em anos recentes é a política industrial, tecnológica e de comércio exterior (PITCE). O Brasil, ainda com um sistema de inovação fragmentado e localizado em alguns municípios e regiões do país, pode se beneficiar das diretrizes e

orientações contidas em um planejamento público, com participação da iniciativa privada, de incentivo à mudança técnica. Nesse planejamento não poderia faltar, é claro, uma discussão sobre como potencializar o financiamento à CT&I no contexto dos fundos público, privado e externo da economia doméstica.

Essas iniciativas são algumas sugestões de um leque amplo de medidas, as quais visam a criação de uma cultura inovativa no país, ou seja, tornar a sociedade e a economia brasileira amigáveis à inovação. Essa mudança passa não somente pela melhoria das condições de financiamento à inovação e pelo planejamento e coordenação das atividades. Requer ainda a modificação do filtro social brasileiro, composto por instituições, convenções sociais e marcos regulatórios, em direção a um filtro permeável ao avanço tecnológico e à inovação, proporcionando assim uma sociedade propensa à inovação (*innovation prone society*). Entretanto, sendo o filtro social um conjunto de regras e instituições, sua mudança leva tempo, pois se sabe que o aprendizado institucional é lento e dependente da trajetória histórica e tecnológica nacional.

Mostrou-se, por meio desta Tese, que os fundos setoriais são uma política pública responsável por estimular a formação de capital de conhecimento na economia brasileira, com efeitos positivos nos agregados macroeconômicos e na produção setorial e investimento de setores industriais tecnologicamente avançados. Por isso, caso os fundos setoriais tenham sua visibilidade e dotação orçamentária tratadas como política de excelência em CT&I para fomentar uma cultura inovativa, o resultado em termos de produtividade, investimento e bem-estar serão muito proveitosos à economia e à sociedade brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ACS, Z. J.; ISBERG, S. C. Innovation, firm size and corporate finance: an initial inquiry. **Economic Letters**, v. 35, n. 3, 1991, p. 323-326. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/016517659190152B>>. Acesso em: 29 maio 2020.
- ALAM, A.; UDDIN, M.; YAZDIFAR, H. Financing behavior of R&D investment in the emerging markets: the role of alliance and financial system. **R&D Management**, v. 49, n. 1, 2019, p. 21-32. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/radm.12303>>. Acesso em: 17 fev. 2020.
- ALLEN, F.; GALE, D. Diversity of opinion and financing new technologies. **Journal of International Intermediation**, v. 8, n. 1-2, 1999, p. 68-89. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1042957399902619>>. Acesso em: 28 fev. 2020.
- ARAÚJO, R. D. Esforços tecnológicos das firmas transnacionais e domésticas. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p. 119-170.
- ARAÚJO, B. C. *et al.* Impactos dos fundos setoriais nas empresas. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 11, n. especial, 2012, p. 85-112.
- ARBACHE, J. S. Inovações tecnológicas e exportações afetam o tamanho e a produtividade das firmas manufatureiras? Evidências para o Brasil. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p. 477-510.
- ARBIX, G. Dilemas da inovação no Brasil. In: TURCHI, L. M.; MORAIS, J. M. **Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações**. Brasília: IPEA, 2017, p. 47-80.
- ARBIX, G.; MIRANDA, Z. Inovar para sair da crise. In: COUTINHO, D. R.; FOSS, M. C. MOUALLEM, P. S. B. (Org.) **Inovação no Brasil: avanços e desafios jurídicos e institucionais**. São Paulo: Blucher, 2017, p. 57-78.
- ARCHIBUGI, D.; PIANTA, M. Aggregate convergence and sectoral specialisation in innovation: evidence for industrial countries. In: ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. **Trade, growth and technical change**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998, p. 122-140.
- AYALEW, M. M.; XIANZHI, Z.; HAILU, D. H. The finance of innovation in Africa. **European Journal of Innovation Management**, v. 23, n. 3, 2019, p. 348-382. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EJIM-11-2018-0242/full/html>>. Acesso em: 17 fev. 2020.
- AYYAGARI, M.; DEMIRGÜÇ-KUNT, A.; MAKSIMOVIC, V. Firm innovation in emerging markets: the role of finance, governance, and competition. **Journal of Financial and**

Quantitative Analysis, v. 46, n. 6, 2011, p. 1545-1580. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-financial-and-quantitative-analysis/article/firm-innovation-in-emerging-markets-the-role-of-finance-governance-and-competition/16657B8C16B18EA52916B20BD608E4A5>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

BAHIA, D. S. **Pesquisa e desenvolvimento, capital de conhecimento e estrutura produtiva**: os efeitos do programa de subvenções econômicas à inovação no Brasil. 2019. 151f. Tese (Doutorado em Economia). Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Juiz de Fora, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/10297/1/domitilasantosbahia.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Quem somos**, 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3avqG5I>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

BARTOLONI, E. Capital structure and innovation: causality and determinants. **Empirica**, v. 40, 2013, p. 111-151. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10663-011-9179-y>>. Acesso em: 03 mar. 2020.

BAUM, C. F.; SCHÄFER, D.; TALAVERA, O. The impact of the financial system's structure on firms' financial constraints. **Journal of International Money and Finance**, v. 30, n. 4, 2011, p. 678-691. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261560611000349>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

BAYARÇELIK, E. B.; TASEL, F. Research and development: source of economic growth. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 58, p. 744-753, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812045144#:~:text=Recent%20developments%20in%20theory%20support,in%20global%20economies%20is%20innovation.&text=The%20results%20of%20analysis%20indicated,employees%20in%20influencing%20economic%20growth.>> Acesso em: 07 jun. 2021.

BETARELLI JUNIOR, A. A. *et al.* Research and development, productive structure and economic effects: assessing the role of public financing in Brazil. **Economic Modelling**, v. 90, 2020, p. 235-253. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264999319309721>>. Acesso em: 29 set. 2022.

BILBAO-OSORIO, B.; RODRÍGUEZ-POSE, A. From R&D to innovation and economic growth in the EU. **Growth and Change**, v. 35, n. 4, p. 434-455, 2004. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1468-2257.2004.00256.x#:~:text=The%20influence%20of%20innovation%20and,are%20positivel y%20associated%20with%20innovation.>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

BOR *et al.* A dynamic general equilibrium model for public R&D investment in Taiwan. **Economic Modelling**, vol. 27, n. 1, 2010, p. 171-183.

BRANDO, A. G. B. **Reprimarização e impactos na economia brasileira no período de 1997-2005**: uma análise com base na lei de Thirlwall. 2017. 78f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Ciências Sociais Aplicada, Universidade Estadual de Maringá (UEM).

Maringá, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/5954>>. Acesso em: 14 set. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 6.938, de 13 de agosto de 2009.** Regulamenta a Lei nº 11.540, de 12 de novembro de 2007, que dispõe sobre o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/32q5R7X>>. Acesso em 17 jul. 2020.

BRASIL. **Lei nº 10.176, de 11 de janeiro de 2001.** Altera a Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, a Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991, e o Decreto-Lei nº 288, de 28 de fevereiro de 1967, dispondo sobre a capacitação e competitividade do setor de tecnologia da informação. Brasília: Diário Oficial da União, 2001. Disponível em: <<https://bit.ly/3aTAcjm>>. Acesso em: 07 jul. 2020.

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. Brasília: Diário Oficial da União, 2004. Disponível em: <<https://bit.ly/3b3OApj>>. Acesso em: 09 jul. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.077, de 30 de dezembro de 2004.** Altera a Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, a Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991, e a Lei nº 10.176, de 11 de janeiro de 2001, dispondo sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2004. Disponível em: <<https://bit.ly/3hBzjhy>>. Acesso em: 07 jul. 2020.

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; altera o Decreto-Lei nº 288, de 28 de fevereiro de 1967, o Decreto nº 70.235, de 6 de março de 1972, o Decreto-Lei nº 2.287, de 23 de julho de 1986, as Leis nºs 4.502, de 30 de novembro de 1964, 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.245, de 18 de outubro de 1991, 8.387, de 30 de dezembro de 1991, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.981, de 20 de janeiro de 1995, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, 8.989, de 24 de fevereiro de 1995, 9.249, de 26 de dezembro de 1995, 9.250, de 26 de dezembro de 1995, 9.311, de 24 de outubro de 1996, 9.317, de 5 de dezembro de 1996, 9.430, de 27 de dezembro de 1996, 9.718, de 27 de novembro de 1998, 10.336, de 19 de dezembro de 2001, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.485, de 3 de julho de 2002, 10.637, de 30 de dezembro de 2002, 10.755, de 3 de novembro de 2003, 10.833, de 29 de dezembro de 2003, 10.865, de 30 de abril de 2004, 10.925, de 23 de julho de 2004, 10.931, de 2 de agosto de 2004, 11.033, de 21 de dezembro de 2004, 11.051, de 29 de dezembro de 2004, 11.053, de 29 de dezembro de 2004, 11.101, de 9 de fevereiro de 2005, 11.128, de 28 de junho de 2005, e a Medida Provisória nº 2.199-14, de 24 de agosto de 2001; revoga a Lei nº 8.661, de 2 de junho de 1993, e dispositivos das Leis nºs 8.668, de 25 de junho de 1993, 8.981, de 20 de janeiro de 1995, 10.637, de 30 de dezembro de 2002, 10.755, de 3 de novembro de 2003, 10.865, de 30 de abril de 2004, 10.931, de 2 de agosto de 2004, e da Medida Provisória nº 2.158-35, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <<https://bit.ly/3goLdtS>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

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. Brasília: Diário Oficial da União, 2007. Disponível em: <<https://bit.ly/31kYuHB>>. Acesso em: 17 jul. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.023, de 8 de agosto de 2014.** Altera as Leis nºs 8.248, de 23 de outubro de 1991, e 8.387, de 30 de dezembro de 1991, e revoga dispositivo da Lei nº 10.176, de 11 de janeiro de 2001, para dispor sobre a prorrogação de prazo dos benefícios fiscais para a capacitação do setor de tecnologia da informação. Brasília: Diário Oficial da União, 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/3aSA03D>>. Acesso em: 07 jul. 2020.

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 a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Brasília: Diário Oficial da União, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/33NNLiB>>. Acesso em 11 ago. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.674, de 11 de junho de 2018.** Altera as Leis nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, e 8.387, de 30 de dezembro de 1991, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/3hqtFPu>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.969, de 26 de dezembro de 2019.** Dispõe sobre a política industrial para o setor de tecnologias da informação e comunicação e para o setor de semicondutores e altera a Lei nº 11.484, de 31 de maio de 2007, a Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991, a Lei nº 10.637, de 30 de dezembro de 2002, e a Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991. Brasília: Diário Oficial da União, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/32zRfTR>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

BRASIL. **Lei nº 7.232, de 29 de outubro de 1984.** Dispõe sobre a Política Nacional de Informática, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1984. Disponível em: <<https://bit.ly/3gsKVII>>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BRASIL. **Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991.** Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 1991. Disponível em: <<https://bit.ly/34pdFcR>>. Acesso em: 06 jul. 2020.

BROWN, J. R.; MARTINSSON, G.; PETERSEN, B. C. Stock markets, credit markets, and technology-led growth. **Journal of Financial Intermediation**, v. 32, 2017, p. 45-59. Disponível: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1042957316300249>>. Acesso em: 02 mar. 2020.

BUAINAIN, A. M.; LIMA JUNIOR, I. S.; CORDER, S. Desafios do financiamento à inovação no Brasil. In: COUTINHO, D. R.; FOSS, M. C. MOUALLEM, P. S. B. (Org.) **Inovação no Brasil: avanços e desafios jurídicos e institucionais.** São Paulo: Blucher, 2017, p. 97-124.

BURFISHER, M. E. **Introduction to computable general equilibrium models**. Nova Iorque: Cambridge, 2011.

BURKOWSKI, E.; PEROBELLI, F. F. C.; PEROBELLI, F. S. Matrizes de contabilidade social e financeira: Brasil, 2005 a 2009. **Estudos Econômicos**, vol. 46, n. 4, 2016, p. 937-971.

BURKOWSKI, E.; PEROBELLI, F. F. C.; ARAÚJO JÚNIOR, I. F. **Matrizes de contabilidade social e financeira para o Brasil (2010-2017)**, 2020. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/lates/base-de-dados/mcsf-brasil-2017/>>. Acesso em: 05 nov. 2020.

BYE, B.; FAEHN, GRÜNFELD, L. A. Growth and innovation policy in a small, open economy: should you stimulate domestic R&D or exports? **Journal of Economic Analysis & Policy**, vol. 11, n. 1, 2011, p. 1-41.

CAMERON, G. Innovation and economic growth. **Discussion Paper n. 277**, London: Centre for Economic Performance, 1996, p. 1-30. Disponível em: <http://eprints.lse.ac.uk/20685/1/Innovation_and_Economic_Growth.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2021.

CARAYANNIS, E.; GRIGOROUDIS, E. Linking innovation, productivity, and competitiveness: implications for policy and practice. **The Journal of Technology Transfer**, v. 39, p. 199-218, 2014. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10961-012-9295-2#citeas>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

CARDENETE, M. A.; GUERRA, A. I.; SANCHO, F. **Applied general equilibrium: an introduction**. Berlim: Springer, 2012.

CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. O financiamento da inovação no regime global de acumulação dominado pelo capital financeiro. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (Org.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005, p. 161-219.

CHRISTENSEN, J. L. The role of finance in national systems of innovation. In: LUNDEVALL, B. A. (Ed.). **National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning**. London: Anthem Press, 2010, p. 151-172.

CORDER, S.; SALLES-FILHO, S. Aspectos conceituais do financiamento à inovação. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 5, n. 1, 2006, p. 33-76.

CORONG, E. L.; HORRIDGE, J. M. PHILGEM: a SAM-based computable general equilibrium model of the Philippines. **General Paper n. g-227**. Centre of Policy Studies (CoPS), Victoria University, 2012. Disponível em: <<https://www.copsmodels.com/ftp/workpapr/g-227.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

COUTINHO, L. G. Regimes macroeconômicos e estratégias de negócios: uma política industrial alternativa para o Brasil no século XXI. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (Org.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005, p. 429-448.

DE NEGRI J. A.; SALERNO, M. S.; CASTRO, A. B. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p. 05-46.

DE NEGRI, F. Padrões tecnológicos e de comércio exterior das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p. 75-118.

DE NEGRI, F. Por uma nova geração de políticas de inovação no Brasil. In: TURCHI, L. M.; MORAIS, J. M. **Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações**. Brasília: IPEA, 2017, p. 25-46.

DE NEGRI, F. Políticas públicas para ciência e tecnologia no Brasil: cenário e evolução recente. **Nota Técnica**, n. 92. Brasília: IPEA, 2021.

DE NEGRI, J. A.; DE NEGRI, F.; LEMOS, M. B. O impacto do FNDCT sobre o desempenho e o esforço tecnológico das empresas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008, p. 291-322.

DE NEGRI, J. A.; MORAIS, J. M. Análise da evolução das ações e programas da Finep no apoio à inovação empresarial (2003-2014). In: TURCHI, L. M.; MORAIS, J. M. **Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações**. Brasília: IPEA, 2017, p. 165-196.

DIAO, X.; ROE, T. L. A dynamic CGE model of R&D based growth in the U.S. economy: an experiment using the new growth theory. In: ROE, T. L. **Implications of the new growth theory to agricultural trade research and trade policy**, 1997, p. 92-130. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/ags/iat96i/50866.html>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

DIXON, P. B.; JORGENSON, D. W. Introduction. In: DIXON, P. B.; JORGENSON, D. W. **Handbook of computable general equilibrium modeling**. Oxford: Elsevier, 2013, p. 1-22.

DIXON, P. B.; KOOPMAN, R. B.; RIMMER, M. T. The MONASH style of computable general equilibrium modeling: a framework for practical policy analysis. In: DIXON, P. B.; JORGENSON, D. W. **Handbook of computable general equilibrium modeling**. Oxford: Elsevier, 2013, p. 23-104.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G. *et al.* (Ed.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988, p. 221-238.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E INOVAÇÃO INDUSTRIAL (EMBRAPPI). **Embrapii**, 2020. Disponível em: <<https://embrapii.org.br/>>. Acesso em: 19 ago. 2020.

FAGERBERG, J. Innovation: a guide to the literature. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2013, p. 1-26.

FAGERBERG, J.; SRHOLEC, M.; VERSPAGEN, B. Innovation and economic development. **Handbook of Economics of Innovation**. Oxford, UK: North-Holland, 2010, v. 2, p. 833-872.

FAUCEGLIA, D. Credit constraints, firm exports and financial development: evidence from developing countries. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 55, 2015, p. 53-66. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1062976914000659>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **Composição do FNDCT**, 2020d. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/estrutura-orcamentaria/composicao-do-fndct>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). CT-Inovar-Auto*, 2021b. Disponível em: <<http://finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/estrutura-orcamentaria/quais-sao-os-fundos-setoriais/ct-inovar-auto>>. Acesso em: 24 jan. 2022.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **Demonstrativos da execução**, 2021a. Disponível em: <<http://finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/execucao-orcamentaria-e-financeira/demonstrativos-da-execucao>>. Acesso em: 23 fev. 2021.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **O FNDCT**, 2020c. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct>>. Acesso em: 24 jul. 2020.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **O que são os fundos setoriais**, 2020e. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/fndct/estrutura-orcamentaria/o-que-sao-os-fundos-setoriais>>. Acesso em: 27 jul. 2020.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **PSI – Programa de Sustentação do Investimento**, 2020a. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/afinep/213-fontes-de-recurso/outras-fontes/psi-programa-de-sustentacao-do-investimento>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **Subvenção econômica**, 2020b. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/subvencao-economica>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

FOMBANG, M. S.; ADJASI, C. K. Access to finance and firm innovation. **Journal of Financial Economic Policy**, v. 10, n. 1, 2018, p. 73-94. Disponível em: <<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFEP-10-2016-0070/full/html>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas: Unicamp, 2008. 815 p.

FURMAN, J. L.; PORTER, M. E.; STERN, S. The determinants of national innovative capacity. **Research Policy**, v. 31, n. 6, 2002, p. 899-933. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733301001524>>. Acesso em: 04 out. 2009.

GALINDO-RUEDA, F.; VERGER, F. OECD taxonomy of economic activities based on R&D intensity. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, 2016/04, Paris: OECD Publishing, 2016, p. 1-25. Disponível em: <oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-taxonomy-of-economic-activities-based-on-r-d-intensity_5jlv73sqqp8r-en>. Acesso em: 20 ago. 2022.

GARAU, G.; LECCA, P. Impact analysis of regional knowledge subsidy: a CGE approach. **Working Papers**, 2008/11, Centre for North South Economic Research, 2008. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/cns/cnscwp/200811.html>>. Acesso em: 03 nov. 2020.

GIANETTI, C. Relationship lending and firm innovativeness. **Journal of Empirical Finance**, v. 19, n. 5, 2012, p. 762-781. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092753981200062X>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

GITTLEMAN, M.; WOLFF, E. N. R&D activity and cross-country growth comparisons. In: ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. **Trade, growth and technical change**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, p. 98-121, 1998.

GORODNICHENKO, Y.; SCHNITZER, M. Financial constraints and innovation: why poor countries don't catch up. **Journal of European Economic Association**, v. 11, n. 5, 2013, p. 1115-1152. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jeea.12033>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

GREGERSEN, B. The public sector as a pacer in national systems of innovation. In: LUNDVALL, B. A. (Ed.). **National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning**. London: Anthem Press, 2010, p. 133-150.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimacão da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. **Economia Aplicada**, vol. 9, n. 2, 2005, p. 277-299.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimacão da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: aplicacão e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. **Economia e Tecnologia**, v. 6, n. 4, 2010, p. 53-62.

GUILHOTO, J. J. M. Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos. **Munich Personal RePec Archive** (MPRA) n. 32566, 2011. Disponível em: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/32566/2/MPRA_paper_32566.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2019.

GUIMARÃES, E. A. Políticas de inovaco: financiamento e incentivos. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo  inovaco tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008, p. 149-228.

HALL, B. H.; LERNER, J. The financing of R&D and innovation. In: HALL, B. H.; ROSENBERG, N. (Ed.). **Handbook of the economics of innovation**, v. 1. Amsterdam: North-Holland, 2010, p. 610-639.

HASAN, I.; TUCCI, C. L. The innovation-economic growth nexus: global evidence. **Research Policy**, v. 39, n. 10, p. 1264-1276, 2010. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733310001605>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

HIGACHI, H. A abordagem neoclássica do progresso técnico. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **A economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 67-86.

HONG, C. *et al.* Validation of an R&D-based computable general equilibrium model. **Economic Modelling**, v. 42, 2014, p. 454-463.

HUMBERT, C. Globalização e glocalização: problemas para países em desenvolvimento e implicações para políticas supranacionais, nacionais e subnacionais. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (Org.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005, p. 259-291.

ISAKSSON, O. H. D.; SIMETH, M.; SEIFERT, R. W. Knowledge spillovers in the supply chain: evidence from high tech sectors. **Research Policy**, v. 45, n. 3, 2016, p. 699-706.

Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048733315002012>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

JAVOID, M. N.; SAVIOTTI, P. P. Financial system and technological catching-up: an empirical analysis. In: PIKA, A.; ANDERSEN, E. S. (Ed.). **Long term economic development: demand, finance, organization policy and innovation in a Schumpeterian perspective**. Berlin: Heidelberg, 2013, p. 461-483.

JOHNSON, B. Institutional learning. In: LUNDEVALL, B. A. (Ed.). **National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning**. London: Anthem Press, 2010, p. 23-45.

KERR, W. R.; NANDA, R. Financing innovation. **Annual Review of Financial Economics**, v. 7, 2015, p. 445-462. Disponível em:

<<https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-financial-111914-041825>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

KIRCH, G.; PROCIANOY, J. L.; TERRA, P. R. S. Restrições financeiras e a decisão de investimento das firmas brasileiras. **Revista Brasileira de Economia**, v. 68, n. 1, 2014, p. 103-123. Disponível em: <<https://bit.ly/2QmYRDo>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

KOELLER, P.; BAESSA, A. R. Inovação tecnológica na indústria brasileira. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p. 577-598.

KRÍSTKOVÁ, Z. Impact of R&D investment on economic growth of the Czech Republic: a recursively dynamic CGE approach. **Prague Economic Papers**, vol. 4, 2012, p. 412-433.

KUPFER, D.; ROCHA, F. Determinantes setoriais do desempenho das empresas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005, p. 253-298.

LA ROVERE, R. L. Paradigmas e trajetórias tecnológicas. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 285-301.

LALL, S. Technological capabilities and industrialization. **World Development**, v. 20, n. 2, p. 165-186, 1992. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0305750X9290097F>>. Acesso em 05 jul. 2021.

LEUTWILER, J. F. P. **Reprimarização da pauta de exportação e a atual inserção internacional brasileira (2000-2014)**. 2016. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Marília, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/135880>>. Acesso em: 14 set. 2022.

LUNA, F.; MOREIRA, S.; GONÇALVES, A. Financiamento à inovação. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008, p. 229-262.

LUNDEVALL, B. A. Introduction. In: _____. **National systems of innovation: toward a theory of innovation and interactive learning**. London: Anthem Press, 2010, p. 1-19.

MARADANA, R. P. *et al.* Does innovation promote economic growth? Evidence from European countries. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 6, p. 1-23, 2017. Disponível em: <<https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-016-0061-9>>. Acesso em: 07 jun. 2021.

MARTIN, R.; SUNLEY, P. Convergência lenta? A nova teoria do crescimento endógeno e o desenvolvimento regional. **Cadernos IPPUR**, v. 28, n. 1, p. 15-50, 2000. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/ippur/issue/viewFile/278/87>>. Acesso em: 31 maio 2021.

MARTINS, N. S. F. **Padrão de financiamento e o ciclo da economia brasileira de 2004-2016**. 2019. 267f. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas (CEDEPLAR), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/31615>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

MASKUS, K. E.; NEUMANN, R.; SEIDEL, T. How national and international financial development affect industrial R&D. **European Economic Review**, v. 56, n. 1, 2012, p. 72-83. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014292111000663>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

MATTOS, C. **Análise do plano Brasil maior: nota técnica**. Brasília: Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados, 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/2Qj7Sx0>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

MAZZUCATO, M. Financing innovation: creative destruction vs. destructive creation. **Industrial and Corporate Change**, v. 22, n. 4, 2013, p. 851-867. Disponível em: <<https://academic.oup.com/icc/article-abstract/22/4/851/761041>>. Acesso em 16 out. 2019.

MAZZUCATO; M.; SEMIENIUK, G. Public financing of innovation: new questions. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, 2017, p. 24-48. Disponível em: <<https://academic.oup.com/oxrep/article/33/1/24/2972707>>. Acesso em: 17 fev. 2020.

MELO, L. M. Financiamento à inovação no Brasil: análise da aplicação dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) de 1967 a 2006. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 8, n. 1, 2009, p. 87-120.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. New York: Cambridge University Press, 2009. 784 p.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (MCTI). **Estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação: 2016-2022**. Brasília: MCTI, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/3aZGD4i>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (MCTI). **Recursos aplicados**, 2020a. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/governo_federal/2_2_7.html>. Acesso em: 12 ago. 2020.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (MCTI). **Recursos aplicados**, 2020b. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/governo_federal/2_2_3.html>. Acesso em: 8 set. 2020.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (MCTI). **Recursos aplicados**, 2021a. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/governo_federal/2_2_2.html>. Acesso em: 19 abr. 2021.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (MCTI). **Recursos aplicados – setor empresarial**, 2021b. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/setor_empresarial/2.5.1.html>. Acesso em: 19 abr. 2021.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES (MCTI). **Dispêndio do governo federal em ciência e tecnologia (C&T) por atividade, 2000-2019**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/indicadores/paginas/recursos-aplicados/governo-federal/2-2-1-brasil-dispendios-do-governo-federal-em-ciencia-e-tecnologia-c-t-1-por-atividade-2000-2019>>. Acesso em: 05 jul. 2022.

MORAIS, J. M. Uma avaliação de programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008, 67-106.

MORCEIRO, P. C. **A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise de sua evolução estrutural, comercial e tecnológica**. 2018. 216f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo (USP).

São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12140/tde-07122018-115824/publico/CorrigidoPaulo.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2022.

MYERS, S. C.; MAJLUF, N. S. Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. **Journal of Financial Economics**, v. 13, n. 2, 1984, p. 187-221. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304405X84900230>>. Acesso em: 10 mar. 2020.

NELSON, R. R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Unicamp, 2006. 503 p.

O'SULLIVAN, M. Finance and innovation. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (Org.). **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2013, p. 240-265.

PAULA, L. F. Sistema financeiro e financiamento da inovação: uma abordagem keynesiana-schumpeteriana. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 39., 2011, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANPEC, 2011, p. 1-16. Disponível em: <<https://www.anpec.org.br/encontro/2011/inscricao/arquivos/000-6135c1601d8e2b4bd8b96e15baf72c5d.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2020.

PELLEGRINO, G.; SAVONA, M. No money, no honey? Financial versus knowledge and demand constraints on innovation. **Research Policy**, v. 46, n. 2, 2017, p. 510-521. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004873331730001X>>. Acesso em: 02 abr. 2020.

PEREIRA, N. M. Fundos setoriais: avaliação das estratégias de implementação e gestão. **Texto para Discussão**, n. 1136, 2005, p. 1-43. Disponível em: <<https://bit.ly/32q8J4R>>. Acesso em: 19 jun. 2020.

PIANTA, M. Technology and growth in OECD countries, 1970-1990. In: ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. **Trade, growth and technical change**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998, p. 83-97.

PIO, J. G. **Impactos dos gastos em pesquisa e desenvolvimento sobre a economia brasileira: uma abordagem EGC**. 2016. 134f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Centro de Ciências de Gestão e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Sorocaba, 2016. Disponível em: <<https://www.ppgec.ufscar.br/pesquisa/dissertacoes-1/dissertacoes-2016/JooGabrielPioeconomia.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2022.

PORCILE, G.; ESTEVES, L. A.; SCATOLIN, F. D. Tecnologia e desenvolvimento econômico. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 365-382.

QUEIROZ, N. M. **Os fundos setoriais de CT&I: o caso do CT-Petro e sua execução pelo CNPq**. 2006. 149f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade Federal de Brasília (UnB). Brasília, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/4771>>. Acesso em: 11 out. 2021.

RAPINI, M. S. **O financiamento aos investimentos em inovação no Brasil**. 2010. 148f. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 2010.

RAUEN, A. T. Avaliação de políticas federais de inovação: desconexão e ausência. In: COUTINHO, D. R.; FOSS, M. C. MOUALLEM, P. S. B. (Org.) **Inovação no Brasil: avanços e desafios jurídicos e institucionais**. São Paulo: Blucher, 2017, p. 125-152.

RODRÍGUEZ-POSE, A. Innovation prone and innovation averse societies: economic performance in Europe. **Growth and Change**, v. 30, n. 1, p. 75-105. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/0017-4815.00105>>. Acesso em: 14 jun. 2021.

ROSTOW, W. W. **Why the poor get richer, and the rich slow down: essays in the Marshallian long period**. Austin: University of Texas, 1980. 376 p.
SÁ, C. Research policy in emerging economies: Brazil's sector funds. **Minerva**, v. 43, n. 3, 2005, p. 245-263. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/41821319>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SAMPAIO, D. P.; VIEIRA, PEREIRA, V. V. Desindustrialização e reprimarização da inserção comercial externa brasileira. In: VARGAS, N. C.; SAMPAIO, D. P.; BRAGA, H. P. (Org.). **Economia brasileira: 20 anos de conjuntura (1997-2017)**. Vitória: Edufes, 2021.

SANTANA, J. R. *et al.* Funcionamento público à inovação no Brasil: contribuição para uma distribuição regional mais equilibrada? **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 52, 2019, p. 355-388. Disponível em: <<https://bit.ly/2YtfjX7>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

SASIDHARAN, S.; LUKOSE, P. J. J.; KOMERA, S. Financing constraints and investments in R&D: evidence from Indian manufacturing firms. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 55, 2015, p. 28-39. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1062976914000593>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

SAVIOTTI, P. P. Crescimento da variedade: implicações políticas para os países em desenvolvimento. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (Org.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: UFRJ/Contraponto, 2005, p. 291-320.

SBICCA, A.; PELAEZ, V. Sistemas de inovação. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Org.). **Economia da inovação tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 415-448.

SCCELLATO, G. Patents, firm size and financial constraints: an empirical analysis for a panel of Italian manufacturing firms. **Cambridge Journal of Economics**, v. 31, 2007, p. 55-76. Disponível em: <<https://academic.oup.com/cje/article-abstract/31/1/55/1688757>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. 169 p.

SICSÚ, J.; ALBUQUERQUE, E. M. Financiamento do investimento em P&D, risco e seguro: uma abordagem não-convencional. **Revista Brasileira de Economia**, v. 52, n. 4, 1998, p. 675-696.

SVALERYD, H.; VLACHOS, J. Financial markets, the pattern of industrial specialization and comparative advantage: evidence from OECD countries. **European Economic Review**, v. 49, n. 1, 2005, p. 113-144. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014292103000308>>. Acesso em: 27 fev. 2020.

SZIRMAI, A. Industrialisation as an engine of growth in developing countries, 1950-2005. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 23, n. 4, p. 406-420, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0954349X1100018X>>. Acesso em: 27 maio 2021.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 282 p.

UGHETTO, E. Does internal finance matter for R&D? New evidence from a panel of Italian firms. **Cambridge Journal of Economics**, v. 32, n. 6, 2008, p. 907-925. Disponível em: <<https://academic.oup.com/cje/article-abstract/32/6/907/1709917>>. Acesso em: 04 mar. 2020.

VERSPAGEN, B. Innovation and economic growth. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford, UK: Oxford University Press, 2013, p. 487-513.

VIEIRA, K. P. **Financiamento e apoio à inovação no Brasil**. 2008. 112f. Dissertação (Mestrado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas (CEDEPLAR), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/2YBO6Si>>. Acesso em: 27 jan. 2020.

ZAWALINSKA, K. TRAN, N.; PLOSZAJ. Planning R&D in a post centrally-planned economy: assessing the macroeconomic effects in Poland. **CoPS Working Papers g-268**, Centre of Policy Studies, Victoria University, 2016. Disponível em: <<https://www.copsmodels.com/ftp/workpapr/g-268.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2020.

ZÜRN, M. *et al.* R&D investments and knowledge input in a technology oriented CGE model. **Energy and Environmental Modeling**, 2007. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/ekd/000240/24000067.html>>. Acesso em: 13 out. 2020.

ZYSMAN, J. **Governments, markets and growth: financial systems and the politics of industrial change**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1983. 358 p.

APÊNDICE A – Setores produtivos da MIP

Quadro A1 – Identificação dos setores produtivos da MIP para a economia brasileira

(continua)

Setores	Identificação
S1	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita
S2	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária
S3	Produção florestal; pesca e aquicultura
S4	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos
S5	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio
S6	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração
S7	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos
S8	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca
S9	Fabricação e refino de açúcar
S10	Outros produtos alimentares
S11	Fabricação de bebidas
S12	Fabricação de produtos do fumo
S13	Fabricação de produtos têxteis
S14	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios
S15	Fabricação de calçados e de artefatos de couro
S16	Fabricação de produtos da madeira
S17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
S18	Impressão e reprodução de gravações
S19	Refino de petróleo e coquerias
S20	Fabricação de biocombustíveis
S21	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros
S22	Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos
S23	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal
S24	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
S25	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
S26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
S27	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura
S28	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais
S29	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
S30	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
S31	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos
S32	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos
S33	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças

(conclusão)

Setores	Identificação
S34	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores
S35	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
S36	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas
S37	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
S38	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades
S39	Água, esgoto e gestão de resíduos
S40	Construção
S41	Comércio
S42	Transporte
S43	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio
S44	Alojamento
S45	Alimentação
S46	Edição e edição integrada à impressão
S47	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem
S48	Telecomunicações
S49	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
S50	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar
S51	Atividades imobiliárias
S52	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas
S53	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D
S54	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas
S55	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual
S56	Outras atividades administrativas e serviços complementares
S57	Atividades de vigilância, segurança e investigação
S58	Administração pública, defesa e seguridade social
S59	Educação pública
S60	Educação privada
S61	Saúde pública
S62	Saúde privada
S63	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos
S64	Organizações associativas e outros serviços pessoais
S65	Serviços domésticos

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

APÊNDICE B – Classificação dos setores produtivos quanto à intensidade tecnológica

Quadro B1 – Identificação dos setores produtivos quanto à intensidade tecnológica

(continua)

Setores	Identificação	Intensidade tecnológica
S1	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	Baixa
S2	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Baixa
S3	Produção florestal; pesca e aquicultura	Baixa
S4	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	Média-baixa
S5	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	Média-baixa
S6	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	Média-baixa
S7	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	Média-baixa
S8	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	Média-baixa
S9	Fabricação e refino de açúcar	Média-baixa
S10	Outros produtos alimentares	Média-baixa
S11	Fabricação de bebidas	Média-baixa
S12	Fabricação de produtos do fumo	Média-baixa
S13	Fabricação de produtos têxteis	Média-baixa
S14	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	Média-baixa
S15	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	Média-baixa
S16	Fabricação de produtos da madeira	Média-baixa
S17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Média-baixa
S18	Impressão e reprodução de gravações	Média-baixa
S19	Refino de petróleo e coquerias	Média-baixa
S20	Fabricação de biocombustíveis	Média-baixa
S21	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	Média-alta
S22	Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos	Média-alta
S23	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	Média-alta
S24	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Alta
S25	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Média
S26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Média
S27	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Média
S28	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	Média
S29	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Média-baixa
S30	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Alta

(conclusão)

Setores	Identificação	Intensidade tecnológica
S31	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Média-alta
S32	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Média-alta
S33	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	Média-alta
S34	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	Média-alta
S35	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Média-alta
S36	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Média
S37	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Média
S38	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	Baixa
S39	Água, esgoto e gestão de resíduos	Baixa
S40	Construção	Baixa
S41	Comércio	Baixa
S42	Transporte	Baixa
S43	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	Baixa
S44	Alojamento	Baixa
S45	Alimentação	Baixa
S46	Edição e edição integrada à impressão	Média-baixa
S47	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	Baixa
S48	Telecomunicações	Média-baixa
S49	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	Alta
S50	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	Baixa
S51	Atividades imobiliárias	Baixa
S52	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	Baixa
S53	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	Alta
S54	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	Média-baixa
S55	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	Média-baixa
S56	Outras atividades administrativas e serviços complementares	Baixa
S57	Atividades de vigilância, segurança e investigação	Baixa
S58	Administração pública, defesa e seguridade social	Média-baixa
S59	Educação pública	Média-baixa
S60	Educação privada	Média-baixa
S61	Saúde pública	Média-baixa
S62	Saúde privada	Média-baixa
S63	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	Baixa
S64	Organizações associativas e outros serviços pessoais	Baixa
S65	Serviços domésticos	Baixa

Fonte: Galindo-Rueda e Verger (2016) e Morceiro (2018).

APÊNDICE C – Classificação dos setores de acordo com os índices de ligação para trás e para frente para a economia brasileira, 2017

Quadro C1 – Classificação setorial quanto aos índices de ligação para trás e para frente

(continua)

Setores	Para trás	Para frente	Chave
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	Não	Sim	-
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	Sim	Não	-
Produção florestal; pesca e aquicultura	Não	Não	-
Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	Sim	Não	-
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	Sim	Sim	Sim
Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	Não	Não	-
Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	Sim	Não	-
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	Sim	Não	-
Fabricação e refino de açúcar	Sim	Não	-
Outros produtos alimentares	Sim	Sim	Sim
Fabricação de bebidas	Sim	Não	-
Fabricação de produtos do fumo	Sim	Não	-
Fabricação de produtos têxteis	Sim	Não	-
Confeção de artefatos do vestuário e acessórios	Sim	Não	-
Fabricação de calçados e de artefatos de couro	Sim	Não	-
Fabricação de produtos da madeira	Sim	Não	-
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	Sim	Sim	Sim
Impressão e reprodução de gravações	Sim	Não	-
Refino de petróleo e coquerias	Sim	Sim	Sim
Fabricação de biocombustíveis	Sim	Não	-
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	Sim	Sim	Sim
Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos	Sim	Sim	Sim
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	Sim	Não	-
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Sim	Não	-
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	Sim	Sim	Sim
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	Sim	Não	-
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	Sim	Sim	Sim
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	Sim	Não	-
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	Sim	Sim	Sim

(conclusão)

Setores	Para trás	Para frente	Chave
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	Sim	Não	-
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	Sim	Não	-
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	Sim	Não	-
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	Sim	Não	-
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	Sim	Não	-
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	Sim	Não	-
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	Sim	Não	-
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	Sim	Sim	Sim
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	Sim	Sim	Sim
Água, esgoto e gestão de resíduos	Não	Não	-
Construção	Sim	Não	-
Comércio	Sim	Sim	Sim
Transporte	Sim	Sim	Sim
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	Não	Sim	-
Alojamento	Não	Não	-
Alimentação	Sim	Não	-
Edição e edição integrada à impressão	Sim	Não	-
Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	Sim	Sim	Sim
Telecomunicações	Sim	Não	-
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	Não	Sim	-
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	Não	Sim	-
Atividades imobiliárias	Não	Sim	-
Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	Não	Sim	-
Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	Não	Não	-
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	Sim	Sim	Sim
Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	Não	Não	-
Outras atividades administrativas e serviços complementares	Não	Sim	-
Atividades de vigilância, segurança e investigação	Não	Não	-
Administração pública, defesa e seguridade social	Não	Não	-
Educação pública	Não	Não	-
Educação privada	Não	Não	-
Saúde pública	Não	Não	-
Saúde privada	Não	Não	-
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	Não	Não	-
Organizações associativas e outros serviços pessoais	Não	Não	-
Serviços domésticos	Não	Não	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

ANEXO A – Elasticidades de Armington do modelo BRAGEMSF

Tabela A1 – Elasticidades de Armington (σ_k) do modelo BRAGEMSF

(continua)					
Identificação	Produtos	Elasticidades	Identificação	Produtos	Elasticidades
1	Arroz, trigo e outros cereais	1,24	63	Artigos de plástico	1,75
2	Milho em grão	1,24	64	Cimento	0,75
3	Algodão herbáceo, outras fibras da lavoura temporária	1,24	65	Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	0,75
4	Cana-de-açúcar	1,24	66	Vidros, cerâmicos e outros produtos de minerais não-metálicos	0,75
5	Soja em grão	1,24	67	Ferro-gusa e ferroligas	0,57
6	Outros produtos e serviços da lavoura temporária	1,24	68	Semi-acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	0,57
7	Laranja	1,24	69	Produtos da metalurgia de metais não-ferrosos	0,98
8	Café em grão	1,24	70	Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	0,57
9	Outros produtos da lavoura permanente	1,24	71	Produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos	1,5
10	Bovinos e outros animais vivos, prods. animal, caça e serv.	1,24	72	Componentes eletrônicos	0,16
11	Leite de vaca e de outros animais	1,24	73	Máquinas para escritório e equip. de informática	0,16
12	Suínos	1,24	74	Material eletrônico e equip. de comunicações	0,16
13	Aves e ovos	1,24	75	Equip. de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos	0,16
14	Produtos da exploração florestal e da silvicultura	1,24	76	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,36
15	Pesca e aquicultura (peixe, crustáceos e moluscos)	1,24	77	Eletrodomésticos	0,16
16	Carvão mineral	0,27	78	Tratores e outras máquinas agrícolas	1,43
17	Minerais não-metálicos	0,75	79	Máquinas para a extração mineral e a construção	1,8
18	Petróleo, gás natural e serviços de apoio	0,27	80	Outras máquinas e equipamentos mecânicos	1,8
19	Minério de ferro	0,27	81	Automóveis, camionetas e utilitários	1,43
20	Minerais metálicos não-ferrosos	0,98	82	Caminhões e ônibus, inclusive cabines, carrocerias e reboques	1,43
21	Carne de bovinos e outros prod. de carne	2,03	83	Peças e acessórios para veículos automotores	0,41
22	Carne de suíno	2,03	84	Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte	0,41
23	Carne de aves	2,03	85	Móveis	1,24
24	Pescado industrializado	2,03	86	Produtos de indústrias diversas	1,24
25	Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	1,47	87	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	1,8
26	Outros produtos do laticínio	1,47	88	Eletricidade, gás e outras utilidades	1,24
27	Açúcar	1,24	89	Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos	1,24
28	Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e sucos de frutas	1,24	90	Edificações	1,24
29	Óleos e gorduras vegetais e animais	0,61	91	Obras de infraestrutura	1,24
30	Café beneficiado	1,24	92	Serviços especializados para construção	1,24
31	Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz	1,24	93	Comércio	1,24
32	Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho	1,24	94	Transporte	1,24
33	Rações balanceadas para animais	1,24	95	Armazenamento e serviços auxiliares aos transportes	1,24
34	Outros produtos alimentares	1,24	96	Correio e outros serviços de entrega	1,24

(conclusão)					
Identificação	Produtos	Elasticidades	Identificação	Produtos	Elasticidades
35	Bebidas	3,59	97	Serviços de alojamento em hotéis e similares	1,24
36	Produtos do fumo	1,18	98	Serviços de alimentação	1,24
37	Fios e fibras têxteis beneficiadas	3,36	99	Livros, jornais e revistas	1,24
38	Tecidos	3,36	100	Serviços cinematográficos, música, rádio e televisão	1,24
39	Artigos têxteis de uso doméstico e outros têxteis	3,36	101	Telecomunicações, TV por assinatura e outros serviços relacionados	1,24
40	Artigos do vestuário e acessórios	2,23	102	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	1,24
41	Calçados e artefatos de couro	0,15	103	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	1,24
42	Produtos de madeira, exclusive móveis	1,86	104	Aluguel efetivo e serviços imobiliários	1,24
43	Celulose	1,01	105	Aluguel imputado	1,24
44	Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel	1,01	106	Serviços jurídicos, contabilidade e consultoria	1,24
45	Serviços de impressão e reprodução	1,01	107	Pesquisa e desenvolvimento	1,24
46	Combustíveis para aviação	1,18	108	Serviços de arquitetura e engenharia	1,24
47	Gasoálcool	1,18	109	Publicidade e outros serviços técnicos	1,24
48	Naftas para petroquímica	1,18	110	Aluguéis não-imb. e gestão de ativos de propriedade intelectual	1,24
49	Óleo combustível	1,18	111	Condomínios e serviços para edifícios	1,24
50	Diesel - biodiesel	1,18	112	Outros serviços administrativos	1,24
51	Outros produtos do refino do petróleo	1,18	113	Serviços de vigilância, segurança e investigação	1,24
52	Etanol e outros biocombustíveis	1,51	114	Serviços coletivos da administração pública	1,24
53	Produtos químicos inorgânicos	0,56	115	Serviços de previdência e assistência social	1,24
54	Adubos e fertilizantes	0,56	116	Educação pública	1,24
55	Produtos químicos orgânicos	0,56	117	Educação privada	1,24
56	Resinas, elastômeros e fibras artificiais e sintéticas	0,56	118	Saúde pública	1,24
57	Defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	0,56	119	Saúde privada	1,24
58	Produtos químicos diversos	0,56	120	Serviços de artes, cultura, esporte e recreação	1,24
59	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,51	121	Organizações patronais, sindicais e outros serviços associativos	1,24
60	Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	0,4	122	Manutenção de computadores, telefones e objetos domésticos	1,24
61	Produtos farmacêuticos	0,4	123	Serviços pessoais	1,24
62	Artigos de borracha	2,16	124	Serviços domésticos	1,24

Fonte: Bahia (2019).

ANEXO B – Elasticidades para os fatores de produção do modelo BRAGEMSF

Tabela B1 – Elasticidades para os fatores de produção no valor adicionado

(continua)					
Identificação	Setores	Elasticidades	Identificação	Setores	Elasticidades
1	Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	1,00	34	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores	1,00
2	Pecuária, inclusive o apoio à pecuária	1,00	35	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	1,00
3	Produção florestal; pesca e aquicultura	1,00	36	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	1,00
4	Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos	0,50	37	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	2,00
5	Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio	1,00	38	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	1,00
6	Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração	1,00	39	Água, esgoto e gestão de resíduos	1,00
7	Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos	1,00	40	Construção	1,00
8	Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	0,50	41	Comércio	1,00
9	Fabricação e refino de açúcar	0,50	42	Transporte	1,00
10	Outros produtos alimentares	0,50	43	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	1,00
11	Fabricação de bebidas	1,00	44	Alojamento	1,00
12	Fabricação de produtos do fumo	0,50	45	Alimentação	1,00
13	Fabricação de produtos têxteis	0,50	46	Edição e edição integrada à impressão	1,00
14	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	0,50	47	Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	1,00
15	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	0,50	48	Telecomunicações	1,00
16	Fabricação de produtos da madeira	0,50	49	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	1,00
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,50	50	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	1,00
18	Impressão e reprodução de gravações	0,50	51	Atividades imobiliárias	1,00
19	Refino de petróleo e coquerias	0,50	52	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	1,00
20	Fabricação de biocombustíveis	0,50	53	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D	1,00
21	Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros	0,50	54	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	1,00
22	Fabricação de defensivos, desinfetantes, tintas e químicos diversos	0,50	55	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	1,00
23	Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal	0,50	56	Outras atividades administrativas e serviços complementares	1,00
24	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,50	57	Atividades de vigilância, segurança e investigação	1,00
25	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	1,00	58	Administração pública, defesa e seguridade social	1,00

(conclusão)					
Identificação	Setores	Elasticidades	Identificação	Setores	Elasticidades
26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	1,00	59	Educação pública	1,00
27	Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura	1,00	60	Educação privada	1,00
28	Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais	1,00	61	Saúde pública	1,00
29	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	1,00	62	Saúde privada	1,00
30	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	1,00	63	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	1,00
31	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	1,00	64	Organizações associativas e outros serviços pessoais	1,00
32	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	2,00	65	Serviços domésticos	1,00
33	Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças	1,00			

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).