

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

Elvira Helena Oliveira de Medeiros

**Efeitos econômicos de longo prazo dos mecanismos fiscais sobre P&D em
educação e saúde pública no Brasil**

JUIZ DE FORA

2026

Elvira Helena Oliveira de Medeiros

**Efeitos econômicos de longo prazo dos mecanismos fiscais sobre P&D em
educação e saúde pública no Brasil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito total para a obtenção do título de Doutora em Economia.

Área de concentração: Economia Aplicada.

Orientador(a): Prof. Dra. Rosa Livia Gonçalves Montenegro.

Coorientador: Prof. Dr. Admir A. Betarelli Jr.

JUIZ DE FORA

2026

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

de Medeiros, Elvira Helena Oliveira.

Efeitos econômicos de longo prazo dos mecanismos fiscais sobre P&D em educação e saúde pública no Brasil / Elvira Helena Oliveira de Medeiros. -- 2026.

178 f.

Orientador: Rosa Livia Gonçalves Montenegro

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2026.

1. Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). 2. Crescimento Econômico. 3. Educação Pública. 4. Saúde Pública. 5. Equilíbrio Geral Computável. I. Gonçalves Montenegro, Rosa Livia, orient. II. Título.

Elvira Helena Oliveira de Medeiros

Efeitos econômicos de longo prazo dos mecanismos fiscais sobre P&D em educação e saúde pública 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 Doutora em Economia. Área de concentração: Economia.

Aprovada em 27 de abril de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Dr.^a Rosa Livia Gonçalves Montenegro - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Dr.^a Aline Souza Magalhães

Universidade Federal de Minas Gerais

Dr. Edson Paulo Domingues

Universidade Federal de Minas Gerais

Dr.^a Fernanda Esperidião

Universidade Federal de Sergipe

Dr. José Ricardo de Santana

Universidade Federal de Sergipe

Juiz de Fora, 27/04/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Rosa Livia Gonçalves Montenegro, Professor(a)**, em 27/04/2026, às 18:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE RICARDO DE SANTANA, Usuário Externo**, em 29/04/2026, às 08:50, 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 **ALINE SOUZA MAGALHAES, Usuário Externo**, em 29/04/2026, às 10:49, 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 **Fernanda Esperidião, Usuário Externo**, em 29/04/2026, às 23:41, 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 **EDSON PAULO DOMINGUES, Usuário Externo**, em 03/05/2026, às 20:02, 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 **2960801** e o código CRC **BAB41D4D**.

AGRADECIMENTOS

A especificação de acontecimentos heróicos e grandiosos na vida de qualquer ser humano é único e especial. Cada etapa dessa caminhada, que chamamos de vida, encontramos pessoas maravilhosas que contribuem para o nosso processo. Algumas, caracterizamos como colegas, pois cruzam essa jornada no começo de tudo, dão sua parcela de contribuição e seguem seus caminhos. Outras, por sua vez, ingressam no meio dessa jornada e se mantêm, criando laços de amizade para além de cada etapa da vida. Concluir o Doutorado em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF é um desses acontecimentos que necessitam de celebração e do agradecimento de inúmeras pessoas queridas que estiveram comigo lá no começo de tudo, em 2021 e outras que ingressaram no meio do caminho e se mantêm para além do fim dessa etapa.

Contudo, existe uma pessoa que apesar de não conseguir vê-lo em corpo humano eu consigo senti-lo. Este ser está acima de qualquer pessoa aqui na terra, e sem ele nada seria possível, pois em todos os momentos estive sempre comigo, especialmente quando pensei que não seria capaz de chegar até aqui. Meu amado pai, meu paizinho, meu Deus, meu Jesus como és amável comigo, sendo meu pai e meu melhor amigo nos momentos mais difíceis e fáceis da minha vida. Por isso, não poderia iniciar essa lauda sem mostrar todo o meu amor por Ti, e diante de todos aqueles que aqui os citarei, tenho a honra de dizer que sem o senhor eu nada poderia ser e nem ter. Assim, por toda honra e glória eu louvo a Ti e peço o meu muito obrigada, paizinho.

Em seguida, quero agradecer os meus pais aqui na terra, Zeraldo e Cacilda por terem me educado com muita sabedoria. Por terem apoiado a minha decisão de mudar de estado em busca do meu sonho. Assim, só tenho a agradecer a Deus por me dar a oportunidade de ser filha de vocês. Saber que os tenho comigo, e que posso contar com os dois aquece meu coração e me dá a certeza de que o caminho trilhado até aqui valeu a pena. Também não poderia deixar de prestigiar meus 10 irmãos. Cada um com seu jeito de ser e demonstrar o seu carinho me ajudaram a trilhar esse caminho. Um dos principais momentos desse evento foi o Mestrado. Me recordo que, por não ter conseguido bolsa no mestrado e para poder cursar teria de morar em outra cidade cada um contribuiu com uma parcela de recursos financeiros para que eu pudesse dar início ao caminho para se chegar até aqui. Obrigada meus irmãos, por terem abraçado o meu sonho.

Aos meus amigos de longa data, Regiani, Danilo e Mauro gratidão por sempre me apoiarem diante das minhas decisões. Por serem pontos de apoio quando o barco estava querendo naufragar. Além deles, quero também agradecer as amizades que construir em Minas Gerais, em especial a Andressinha que apesar do pouco tempo que a conheci sinto que essa amizade linda, cheia de apoio mútuo continuará pelo resto de nossas vidas. A todos meus colegas de curso, meu muito obrigada pela caminhada compartilhada juntas.

A minha orientadora, professora Dra. Rosa e ao meu coorientador, professor Dr. Admir que estiveram comigo desde o início da minha caminhada no Doutorado. Eles foram as duas pessoas que mais me incentivaram durante esses quatro anos, passando pelas disciplinas que eu cursei de cada um, até a minha orientação nesta Tese. O apoio mútuo de vocês dois mais a paciência e ajuda na construção deste trabalho foi de suma importância, pois sem os dois eu não teria conseguido. Meu muito obrigada, tenho uma gratidão imensa por cada um.

Aos demais professores do PPGE/UFJF, agradeço a cada um pelos ensinamentos gerados durante toda a trajetória de disciplinas, e de seminários acadêmicos em que pude aprender muito com cada um. Aos funcionários da Pós - graduação em economia que foram importantes para que os dias intensos de estudos na faculdade fossem amenizados pelas amizades que foram construídas com cada um. Assim, quero deixar aqui, a minha amiguinha Adriana como representante de cada um aqui nos meus eternos agradecimentos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos nesse período completo de Doutorado-Brasil, Código de Financiamento 001.

Também quero agradecer ao grupo de oração Nossa Senhora de Fátima por ter me abraçado quando estava sem forças para caminhar. Foram inúmeras pessoas do grupo que eu teria que citar, mas deixo o tio Cuca como seu representante. Meu muito obrigada por terem me ajudado a crescer o meu lado espiritual com Deus. Além deles, conheci uma pessoa muito especial que me ajudou muito, mas que está ao lado do nosso paizinho, Tia Lena (*In Memoriam*), a senhora será sempre lembrada por mim como uma pessoa sempre alegre e com palavras precisas para cada um que recorresse a senhora. Obrigada pelos momentos que tivemos juntas. Também, quero agradecer a minha psicóloga por todas nossas conversas semanais que me ajudaram a perceber em momentos confusos e tensos

que eu estou de fato realizando meu sonho. Por fim, quero também agradecer aos amigos e funcionários do condomínio onde residir durante toda a minha morada em Juiz de Fora. Vocês foram muito importante nessa trajetória, pois as vezes estava cansada, ou até mesmo triste e uma ligação para alguém da portaria era suficiente para me alegrar. Gratidão por serem pessoas de luz.

RESUMO

Os investimentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a criação do Capital de Conhecimento são os principais impulsionadores do crescimento econômico de longo prazo, conforme descreve a teoria do crescimento endógeno. Apesar de serem historicamente bem consolidados na literatura, foi somente com o processo de globalização e o surgimento da Economia do Conhecimento, que se tornam protagonistas. No Brasil, esse cenário ganha maior relevância a partir dos anos 2000. Nesse período, quadros de instabilidades orçamentárias e restrições fiscais desencadearam pressões sobre a estrutura produtiva do país, especialmente em setores como a Educação e Saúde Pública. Na economia brasileira, essas duas atividades compõem a maior parcela de P&D pública nacional, representando mais de 60% desses investimentos. Embora tenham essa representatividade, ainda existe uma lacuna na literatura quanto à análise integrada desses dois segmentos no que se refere aos seus recursos de P&D. Desse modo, a presente Tese tem como objetivo mensurar os impactos intrasetoriais, setoriais e macroeconômicos da expansão integrada dos investimentos de P&D nas atividades de Educação e Saúde Pública no Brasil. Para isso, foi utilizado um modelo nacional dinâmico de Equilíbrio Geral Computável (EGC), denominado *Brazilian Intersectoral Model With Recursive Dynamic* (BIM-RD). O modelo foi estendido com duas características adicionais: *i*) P&D foi tratada como investimento para a criação do estoque de Capital de Conhecimento; e *ii*) foram integrados os componentes da Formação Bruta de Capital. Além disso, seis cenários de simulações foram analisados: *i*) quatro referente a um choque de aumento pontual de 1% sobre P&D nos períodos de 2026 a 2041, considerando o orçamento livre do Governo (cenários 1 e 2) e equilibrado via taxação (cenários 3) e gastos (cenário 4); e *ii*) dois choques anuais de expansão de 0,3820% em P&D, totalizando um acúmulo de 10% entre 2026 a 2050. Nesses cenários, o orçamento do Governo ocorreu sob regime equilibrado, apresentados como cenário 5 (por taxação) e cenário 6 (via gastos). Intrasetorialmente, o efeito propagação do conhecimento promove crescimento do PIB no longo prazo. Setorialmente, a expansão de P&D altera significativamente os preços relativos da economia. Por fim, os recursos de P&D cria Capital de Conhecimento na economia brasileira, a partir da regra de fechamento fiscal.

Palavras-chave: Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Capital de Conhecimento. Crescimento Econômico. Educação Pública. Saúde Pública. Equilíbrio Geral Computável.

ABSTRACT

Investments in Research and Development (R&D) and the creation of Knowledge Capital are the main drivers of long-term economic growth, as described by the theory of endogenous growth. Although historically well-established in the literature, it was only with the process of globalization and the emergence of the Knowledge Economy that they became central figures. In Brazil, this scenario gained greater relevance from the 2000s onwards. During this period, scenarios of budgetary instability and fiscal constraints have triggered pressures on the country's economic structure, especially in sectors such as Education and Public Health. In the Brazilian economy, these two activities comprise the largest share of national public R&D, representing more than 60% of these investments. Although they have this representativeness, there is still a gap in the literature regarding the integrated analysis of these two segments in terms of their R&D resources. Thus, this thesis aims to measure the intrasectoral, sectoral, and macroeconomic impacts of the integrated expansion of R&D investments in Education and Public Health activities in Brazil. To this end, a national dynamic Computable General Equilibrium (CGE) model, called the *Brazilian Intersectoral Model with Recursive Dynamics* (BIM-RD), was used, which incorporates a Brazilian Social Accounting Matrix (SAM) into its theoretical structure. The model was extended with two additional features: i) R&D was treated as an investment for the creation of the Knowledge Capital stock; and ii) the components of Gross Fixed Capital Formation were integrated. Furthermore, six simulation scenarios were analyzed: i) four referring to a one-off shock increase of 1% in R&D between 2026 and 2041, considering the government's free budget (scenarios 1 and 2) and balanced via taxation (scenarios 3) and spending (scenario 4); and ii) two annual shocks of 0.3820% expansion in R&D, totaling an accumulation of 10% between 2026 and 2050. In these scenarios, the government budget operated under a balanced regime, presented as scenario 5 (through taxation) and scenario 6 (via spending). Within sectors, the knowledge propagation effect promotes long-term GDP growth. Sectorally, the expansion of R&D significantly alters the relative prices in the economy. Finally, R&D resources create Knowledge Capital in the Brazilian economy, based on the fiscal closing rule.

Keywords: Research and Development (R&D). Knowledge Capital. Economic Growth. Public Education. Public Health. Computable General Equilibrium.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pilares da Economia do Conhecimento (KE).....	34
Figura 2 – Multiplicador de Produção	56
Figura 3 – Ligações para trás para frente e setor chave.....	57
Figura 4 – Estrutura Agrupada do Setor de Produção, Investimento e Famílias.....	70
Figura 5 – Etapas da Incorporação da FBCF no modelo.....	87
Figura 5 – Simulações em modelos EGC dinâmicos	96
Figura 6 – Relação de causalidade dos principais mecanismos de choque	107

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Intensidade de P&D do Setor Público e Privado (%PIB)	46
Gráfico 2 – Participação Setorial em relação a produção de P&D (%).....	49
Gráfico 3 – Participação setorial (%) no Valor Adicionado Nacional	51
Gráfico 4 – Participação dos Gastos do Governo e da Produção de P&D por Setor	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Contribuição e Importância Relativa dos setores de Educação e Saúde Pública no Brasil (Part. %)	53
Tabela 2 – Correspondência entre os Componentes da FBCF e Produtos Associados ..	88
Tabela 3 – Estratificação das famílias conforme seu rendimento	91
Tabela 4 – Parâmetros do modelo BIM - RD	92
Tabela 5 – Parâmetros para o módulo de dinâmica recursiva do modelo BIM – RD	93
Tabela 3 – Choques no Cenário de referência (<i>Baseline</i>) - Variações Reais (%)	99
Tabela 4 – Impactos intrasetoriais dos Investimentos em P&D	116
Tabela 5 – Participação dos Indicadores intrasetoriais sob diferentes cenários de política	116
Tabela 6 – Intensidade de P&D da Educação e Saúde Pública (% PIB)	119
Tabela 7 – Desvio acumulado (%) da Intensidade de P&D setorial (choque de Educação Pública).....	121
Tabela 8 – Desvio acumulado (%) da Intensidade de P&D setorial (choque de Educação Pública	124
Tabela 9 - Desvio acumulado (%) da Intensidade de P&D setorial (choque de Saúde Pública	126
Tabela 10 – Desvio acumulado (%) da Intensidade de P&D setorial (choque de Saúde Pública	128
Tabela 12 – Resultados Macroeconômicos dos cenários de política relacionadas a investimentos de P&D	132
Tabela 13 – Resultados macroeconômicos de expansão da P&D sob cenários de Restrições Orçamentárias (desvio acumulado).....	139

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos Estudos Empíricos	62
Quadro 2 – Representação da Matriz de Contabilidade Social (MCS)	75
Quadro 3 – Variáveis macroeconômicas do modelo BIM-RD e tipos de fechamento ...	97
Quadro 4 - Cenários de políticas para aumentos de investimentos de P&D na Educação e Saúde Pública.....	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIIS – Aliança Brasileira da Indústria Inovadora em Saúde

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CES – Elasticidade de Substituição Constante

CEIS – Complexo Econômico-Industrial da Saúde

CT&I – Ciência, Tecnologia e Informação

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos

EGC – Equilíbrio Geral Computável

FBCF – Formação Bruta de Capital Fixo

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFA – Insumo Farmacêutico Ativo

KE – Capital de Conhecimento

MCS – Matriz de Contabilidade Social

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU – Organização das Nações Unidas

OPAS – Organização Pan-Americana de Saúde/Organização Mundial de Saúde

PPI – Produtos de Propriedade Intelectual

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PTF – Produtividade Total de Fatores

PNE – Plano Nacional de Educação

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

REUNI – Reestruturação e Expansão das Universidades Federais

RLC – Receita Líquida Corrente

SCN – Sistema de Contas Nacionais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Estruturação da Tese	21
2	ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE CAPITAL DE CONHECIMENTO E P&D 22	
2.1	Capital de conhecimento e crescimento econômico.....	23
2.2	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na literatura teórica	31
3	O SETOR DE EDUCAÇÃO E SAÚDE NO BRASIL	38
4	REVISÃO EMPÍRICA	58
5	O MODELO EGC	67
5.1	Uma visão geral.....	67
5.2	Estrutura teórica	69
5.3	Matriz de Contabilidade Social (MCS).....	73
5.4	Mudança teórica do modelo	78
5.5	Base de dados e parâmetros.....	90
6	SIMULAÇÕES E ANÁLISE DOS CENÁRIOS DE POLÍTICA.....	95
6.1	Fechamento do modelo	95
6.2	Cenário de Baseline (<i>business-as-usual</i> - BAU).....	98
6.3	Análise de política	102
6.4	Mecanismos de causalidade	106
7	RESULTADOS	111
7.1	Elasticidade Implícita e efeito propagação na economia	111
7.2	Principais resultados setoriais	119
7.3	Resultados Macroeconômicos	130
7.4	Resultados Macroeconômicos: Expansão da P&D sob restrição Fiscal	137
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	142
	REFERÊNCIAS	149
	ANEXOS.....	170

1 INTRODUÇÃO

O crescimento econômico sustentável ou de longo prazo e o nível de bem-estar das nações caracterizam-se pela expansão contínua das atividades econômicas e da produtividade média dos fatores de produção. Estas variáveis, em conjunto, proporcionam ofertas inovadoras e modernas de bens e serviços para governos, empresas e indivíduos (Sarabia-Altamirano, Martínez-Burnes e León, 2024). Ainda que os modelos neoclássicos tenham focado nos insumos de capital físico e trabalho como seus principais impulsionadores (Solow, 1956; Fils; Nkemgha; Che, 2024), foi com o passar do tempo que uma nova concepção teórica reconheceu o papel estratégico da tecnologia como fator endógeno para explicar as disparidades econômicas entre países (Aghion e Howitt, 2014).

Essa nova abordagem, conhecida como teoria do Crescimento Endógeno, buscava enfatizar que os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e a criação do Capital de Conhecimento eram as principais forças econômicas para impulsionar crescimento econômico de longo prazo (Andrade, 2006; Utku-Ismihan, 2003; Verbič, Majcen, Čok, 2009). Baseada nos pressupostos de Romer (1990), essa teoria postula que o Capital de Conhecimento é a chave para o crescimento contínuo, sendo mais importante que o capital físico ao incorporar o valor intangível das pesquisas (Fuente e Ciccone, 2002; Verbič *et al.*, 2011).

Em seguida, Jones (1997) amplia o debate ao caracterizar o papel do estoque de conhecimento ou de tecnologia. Para ele, essa variável é criada a partir do acúmulo de ideias desenvolvidas por pesquisadores e, portanto, impulsionada por investimentos contínuos em P&D. Para complementar à discussão, autores como Schultz (1961) e Becker (1964) abordam a teoria do capital humano como um fator determinante. Para eles, a produtividade desse insumo está intimamente ligada aos investimentos em educação, o qual pode criar uma força de trabalho altamente qualificada no sistema econômico de uma nação (Fils, Nkemgha e Che, 2024).

Destarte, a teoria evoluiu para modelos como o de Aghion e Howitt (1992), que introduziram o conceito de “destruição criativa”, fundamentada na inovação tecnológica que aperfeiçoa a qualidade dos bens produzidos. Em seguida, surge uma nova vertente de pensamento, a chamada “Economia do Conhecimento” (*Knowledge Economy* ou “KE”). Para ela, o conhecimento é criado mediante habilidades, *know-how* e patentes, e se

estrutura a partir de quatro pilares, conforme definidos pelo Banco Mundial: (i) investimentos de longo prazo em educação e treinamento do capital humano; (ii) Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC); (iii) sistema de inovação; e (iv) regime econômico e institucional bem estruturado (Chen e Dahlman, 2005).

Embora o Capital de Conhecimento seja historicamente consolidado como um produto fundamental para o crescimento econômico dos países, é somente com o processo de globalização e do avanço tecnológico que ele e a teoria da “Economia do Conhecimento” ganha maior significância. Nesse período, é também observado uma transição dos sistemas produtivos das nações, que saíram de um processo de criação com foco na produção de bens, para economias mais direcionadas aos serviços e cada vez mais baseada no conhecimento (Choong e Leung, 2022; Fahim *et al.*, 2023; Muzam, 2023). Em virtude disso, o setor de educação assume um papel de destaque e de crescimento, dada a sua capacidade de criar habilidades nos indivíduos via qualificação. Desse modo, ocorre uma expansão dos chamados “trabalhadores do conhecimento”. Assim, observa-se uma mudança na estrutura do mercado de trabalho, que passou a exigir cada vez mais trabalhadores qualificados e aptos a tomarem decisões baseadas em inovações e técnicas especializadas (Muzam, 2023).

Nesse cenário, o Brasil, desde os anos 2000, passou a acompanhar essa tendência global de expansão da educação, estimulando seu número de matrículas. Esse crescimento foi impulsionado por diversos fatores, sob os quais, as políticas públicas têm maior destaque. Entre essas políticas, o programa Reuni (Andrade, 2012; Barros, 2015; Carvalho e Júnior, 2020; Diniz e Diniz, 2023), teve como objetivo expandir a oferta de cursos de graduação e de pós-graduação. Ao final do ano de 2010, o número de matrículas na graduação e na pós-graduação foram de 6.379.299 e 173.408, respectivamente (INEP, 2010; MEC, 2012). Ainda nesse período, observou-se um crescimento do consumo público com a atividade de educação, saltando de 19,9% em 2010 para 23,9% em 2015. Apesar dessa expansão, entre os anos de 2018 e 2021, essa tendência foi contrária, com os valores saindo de 24,1% em 2018 para 23,3% em 2021 (IBGE, 2023).

Juntamente com a queda do orçamento do Governo, a participação das agências de fomento à pesquisa, Capes e CNPq, viram suas concessões de bolsas de pós-graduação serem reduzidas, impactando diretamente na queda de titulação de mestres e doutores e,

por consequência, nos níveis de publicações científicas (De Negri, 2021; Diniz e Diniz, 2023). Em 2013, essas duas instituições representavam quase 40% do total do orçamento direcionado para produção científica no país. Porém, em 2020, essa participação caiu quase pela metade, chegando a 28% (De Negri, 2021).

Somente nos anos de 2018 e 2019, os recursos do CNPq reduziram em 33%, saindo de R\$ 800 milhões em 2018 para aproximadamente R\$ 533 milhões em 2019 (CNPq, 2019). Em decorrência disso, em 2018, menos de 1% da população brasileira entre 25 e 64 anos de idade possuía mestrado, e 0,2% tinha doutorado, índices muito abaixo da média dos países da OCDE, que no mesmo período era de 13% para mestrado e 1,1% para doutorado (DIEESE, 2018; OCDE, 2019). Esses resultados eram contrários aos propósitos do Plano Nacional de Educação (PNE), que tinha como finalidade formar profissionais altamente qualificados para criar uma economia fundamentada no conhecimento e, dessa forma, proporcionar crescimento econômico no Brasil. Esse objetivo estava contido na Meta 14 do PNE, que previa, anualmente a formação de 60 mil mestres e 25 mil doutores (MEC, 2014).

Sob essa ótica, a pressão orçamentária do Governo afetou não apenas os investimentos na educação e nas agências de fomento (Capes e CNPq), mas também, os recursos destinados à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Diniz e Diniz, 2023). Essa restrição acabou dificultando a expansão e a manutenção das atividades de pesquisa nas instituições de ensino (Afonso e St. Aubyn, 2019). Por conta disso, a intensidade de P&D do Brasil (relação do quanto o país direciona para P&D em relação ao Produto Interno Bruto (PIB)) apresentou uma tendência oscilatória entre os anos de 2013 e 2021, atingindo seu maior pico apenas em 2013, com uma representação de 0,86% do PIB, e chegando em 2021 com 0,68% do PIB (IBGE, 2023). Contudo, em países da fronteira tecnológica, como os Estados Unidos, essa variação ocorreu acima de 2% nesse mesmo período (BNDES, 2023).

Embora os retornos com P&D não sejam fixos no tempo, dependendo da estratégia implementada e da conjuntura macroeconômica (Hall, Mairesse e Mohnen, 2010), a flutuação na intensidade de P&D brasileiro compromete a acumulação de conhecimento como insumo para o crescimento da Produtividade Total de Fatores (PTF) e, consequentemente no crescimento econômico de longo prazo (Amavilah e Rodríguez Andrés, 2024; Herzer, 2022).

Nesse contexto, tendo em vista que o resultado dos investimentos de P&D é o capital de conhecimento, que se consolida como um ativo econômico, a nova série do Sistema de Contas Nacionais do Brasil (SCN) de 2010, conforme o IBGE (2015), passa a classificar as atividades de P&D como ativos fixos compostos na Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF). Desse modo, todas suas despesas passaram a ser contabilizadas como investimentos nas atividades setoriais produtivas. Entre essas despesas, uma parte é oriunda do setor privado (P&D privado), e a outra parcela advém do setor público (P&D governamental). Esse segundo tipo de custos estão relacionados às atividades não-mercantis, como a Educação Pública e Saúde Pública, que também criam capital de conhecimento (Betarelli Junior *et al.*, 2020), e contribuem para a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) do país (IBGE, 2015).

No que concerne as despesas do setor público, a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em Saúde Pública é determinante para o fomento da inovação tecnológica e da competitividade de um país, assumindo papel de estratégia econômica (Gadelha, 2003; Gadelha *et al.*, 2012; Rocha e Schneider, 2018; Motta, Albuquerque e Cassiolato, 2020). Além disso, trata-se de um dos setores de serviços mais dinâmico da economia, contribuindo para o crescimento econômico ao elevar a capacidade produtiva do capital humano e sendo um importante gerador de conhecimento, dada à sua grande oferta de mão de obra especializada (Andrade *et al.*, 2011; Gadelha *et al.*, 2012; Tomassini *et al.*, 2019). Por conta disso, esse segmento é reconhecido como uma das atividades mais dependentes de inovações tecnológicas (Gadelha, Costa e Maldonado, 2012). Somente em 2005, os gastos globais de P&D em saúde tanto pública quanto privada representavam em média 22% do total de P&D mundial (Giovannella *et al.*, 2012).

No Brasil, a dinâmica desse segmento produtivo tem grande dependência com o mercado externo, sendo as importações de produtos seu principal representante. Por exemplo, em 2021, enquanto as exportações da demanda total de saúde eram de 0,8%, as importações na oferta total representaram 8,0% (IBGE, 2022). O limitado dinamismo das exportações está condicionado a menor participação de empresas nacionais no processo de inovação tecnológica do setor. Assim, essas empresas exportam apenas produtos de baixa e média-baixa tecnologia, e importam produtos de alta tecnologia (Kwitel *et al.*, 2020). Os Insumos Farmacêuticos Ativos (IFA) se destacam como essas principais matérias-primas compradas fora do país, com um valor de R\$ 7,13 bilhões em 2008 e crescimento médio

de 1,5% ao ano entre 2009 e 2021, representando 23,8% das importações do Brasil (ABIIS, 2022). Essa diferença reflete o baixo esforço tecnológico do país, cuja intensidade de P&D é inferior a 1% do PIB (IBGE, 2023).

Diante de todo o exposto, a presente Tese explora a importância da expansão desses investimentos de P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública na perspectiva da criação do Capital de Conhecimento e seus impactos na dimensão intrasetoriais, setoriais e macroeconômico da economia brasileira.

Para compreender os impactos econômicos da interação entre P&D, Capital de Conhecimento e Crescimento Econômico, as evidências empíricas mostram que esta relação já é amplamente debatida, tanto em nível internacional (Diao *et al.*, 1996; Bor *et al.*, 2010; Hong *et al.*, 2014; Zawalinska, Tran e Plozaj, 2018) quanto nacional (Betarelli Junior *et al.*, 2020; Bahia *et al.*, 2019). Na literatura internacional, Bor *et al.* (2010) investigaram o impacto dos investimentos públicos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), separando os efeitos em capital de conhecimento e capital físico. Por sua vez, Hong *et al.* (2014) analisaram a contribuição da inclusão da variável P&D na modelagem de Equilíbrio Geral Computável (EGC) para melhorar o ajuste dos dados de uma economia baseada no conhecimento. Já no contexto nacional, Betarelli Junior *et al.* (2020) estudaram como os investimentos públicos e os subsídios de P&D impulsionaram o setor privado de inovações, observando seus efeitos no curto e longo prazo, incluindo a influência da Produtividade Total dos Fatores (PTF).

Além desses estudos, observa-se também uma outra linha de pesquisa que tem se dedicado a compreender a interação dessas variáveis, com a inclusão do setor de educação. Desta forma, são encontrados artigos tanto no contexto estrangeiro (e.g., Verbic, Majcen e Cok, 2009; Woo *et al.* 2017; Yeon e Lee, 2019; Balma *et al.* 2011) quanto na economia nacional. Por exemplo, Santos (2021) avaliou o impacto do consumo do Governo na atividade de Educação pública, verificando como esses gastos/consumos afetariam diretamente as despesas de P&D e o crescimento do capital de conhecimento na economia brasileira.

Apesar da sua evolução, nota-se a ausência de estudos na literatura (nacional e internacional) que abordem as interações entre recursos de P&D nas atividades de Educação e Saúde Pública, Capital de Conhecimento e Crescimento Econômico. Na

economia brasileira, a Educação e Saúde Pública representam a maior parcela de P&D público. Em 2015, por exemplo, do total de R\$47,6 bilhões investidos no país, a unidade pública investiu R\$31,6 bilhões. Dessa parcela, a Educação Pública recebeu R\$18,8 bilhões (59,5%), e a Saúde Pública recebeu R\$1,74 bilhão (5,5%), (IBGE, 2023). Apesar da diferença, conjuntamente elas representaram 65% desse valor, destacando o peso desses setores na promoção de P&D e na composição do núcleo tecnológico do país. Desse modo, a lacuna existente na literatura torna-se particularmente importante de ser estudada, especialmente para o Brasil, onde a relevância estratégica desses segmentos é de suma importância para a expansão do Capital de Conhecimento e Crescimento Econômico de Longo Prazo.

Em paralelo a esse contexto, a busca pelo equilíbrio fiscal das contas públicas tem sido um esforço constante do Governo Federal (Bredow, Cunha e Lélis, 2022). O país desde a década de 1990 tem caminhado para estabilizar a economia e garantir sustentabilidade fiscal, transitando pela Lei de Responsabilidade Fiscal (2000) até a implementação do Teto de Gastos (EC 95/2016), que limitou o crescimento das despesas, restringindo recursos em setores estratégicos, como: Educação Pública e Saúde Pública. No entanto, em 2023, foi instituído o Novo Arcabouço Fiscal (LC 200/23). Apesar desta Lei ter substituído o Teto de Gastos e restabelecido os pisos constitucionais de 18% da receita líquida de impostos para a Educação Pública e 15% da receita corrente líquida para a Saúde Pública, a compressão fiscal ainda impõe desafios à expansão desses serviços, acarretando entraves sobre os níveis de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), e na promoção do capital de conhecimento no país.

Entretanto, dada a escassez de literatura empírica nesse sentido, e apesar de existirem políticas públicas voltadas individualmente na expansão dos investimentos de P&D no setor de Educação Pública ou no setor de Saúde Pública, não foi possível encontrar no escopo desta Tese, políticas públicas que apresentassem esses comportamentos para ambos os segmentos produtivos de forma integrada e com o objetivo de expandir seus investimentos em P&D. Por conta disso, e ainda levando em consideração que essas atividades são de natureza pública, houve-se a necessidade de criar um desenho de política pública. O objetivo dessa etapa foi apresentar como ocorreu a expansão dos gastos/consumo do Governo com esses setores, bem como, suas formas de financiamento. Desse modo, tornou-se necessário projetar cenários de simulações que permitissem

avaliar os impactos de diferentes trajetórias de aumento do gasto/consumo público para essas duas áreas em questão.

Assim, visando isolar os impactos dos investimentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) sob diferentes regimes de restrição fiscal e horizontes temporais, foram implementadas duas etapas de análises. Na primeira fase, a análise concentrou-se no período de 2026 a 2041, e aplicou um choque de expansão de 1% nos investimentos de P&D da Educação e Saúde Pública no primeiro ano da política (2026). A finalidade do choque pontual em 2026, foi observar seu efeito propagação no longo prazo (2041). Além disso, o gasto do Governo foi ampliado na mesma proporção do choque, ou seja, em 1%. Com base nisso e visando apresentar diferentes formas de contrapartidas do Governo para implementar a política, foram necessários criar quatro cenários de hipóteses de simulações do orçamento público. No primeiro cenário, com orçamento livre do Governo, assumiu-se a ausência de restrições orçamentárias imediatas, de modo que o orçamento do Governo poderia ser deficitário ou superavitário. No segundo cenário, manteve-se à premissa fiscal do cenário 1, porém implementou-se um efeito de Produtividade Total dos Fatores de Produção (PTF) endógena na simulação a fim de capturar o efeito propagação de longo prazo (2026 a 2041) dessa variável.

No terceiro cenário, por sua vez, foi implementado um choque de 1% sobre a expansão dos investimentos de P&D na Educação e Saúde Pública buscando observar seu efeito propagação entre os anos 2026 a 2041. Porém, nesse ponto, o orçamento do Governo ficou equilibrado, tornando a regra fiscal mais restritiva. O objetivo desse contexto foi verificar os impactos simulados a partir da expansão dos investimentos de P&D pela Educação e Saúde Pública, de modo que, o saldo orçamentário do Governo em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) se manteria constante. Logo, houve a necessidade de um crescimento da carga tributária para poder compensar esses gastos/consumos Governamentais. Ainda, efeitos de PTF não foram implementados, tornando-a exógena nesse cenário de política. Por fim, no quarto cenário, manteve-se a mesma estrutura de choque e de períodos dos três cenários anteriores, e considerou o orçamento do Governo equilibrado. Para este fim, o ente público reduziu seus recursos em outras áreas da economia brasileira, permitindo a expansão dos investimentos para P&D sem a necessidade de criar novos impostos na economia, como ocorrido no cenário 3. Além

disso, a hipótese de PTF endógena não foi introduzida, ou seja, nesse cenário não foram analisados efeitos de produtividade sobre a atividade econômica do Brasil.

Na segunda etapa de simulação, ampliou-se o intervalo de tempo de 2026 até 2050 e implementou um choque anual e constante de 0,3820%, valor este calibrado para acumular 10% em 2050. Assim, foram adicionados dois cenários complementares, em que a regra fiscal do orçamento do Governo se manteria restritiva. Desse modo, criou-se o cenário cinco em que o orçamento do Governo se manteria em equilíbrio e a compensação dos gastos/consumos ocorreria via ampliação dos impostos. Ainda, nessa hipótese a PTF se manteria exógena, não havendo, portanto, efeito propagação de produtividade ao longo do intervalo de tempo. Logo, foi simulado um aumento anual de 0,3820% sobre os investimentos de P&D nos setores de Educação e Saúde Pública e observou-se seus impactos sobre o sistema macroeconômico brasileiro. Por fim, no cenário seis, manteve-se todas as hipóteses do cenário cinco, porém, o equilíbrio das contas públicas ocorreu via diminuição do consumo em outros setores da economia brasileira, assim como ocorrido no cenário quatro. Deste modo, e diante de todo o exposto acima, a presente Tese se propôs a investigar a seguinte questão:

Quais são os impactos intrasetoriais, setoriais e macroeconômicos da expansão integrada dos investimentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e dos gastos do Governo nos setores de Educação e Saúde Pública, e como diferentes cenários de compensação orçamentária (receita tributária vs. redução de gastos) e o efeito da Produtividade Total de Fatores (PTF endógena) influenciam os resultados e a sustentabilidade de longo prazo desses investimentos no Brasil?

Para o problema de pesquisa, a análise recorreu a um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC). A escolha deste modelo justifica-se por duas razões principais. Primeiramente, estes tipos de modelagens permitem projetar o comportamento futuro de variáveis macroeconômicas fundamentais, tais como: crescimento da atividade econômica, o acúmulo de estoque de capitais e os níveis de emprego ao longo de um horizonte temporal determinado. Em segundo lugar, viabilizam a avaliação de cenários econômicos contrafactuais. Essa abordagem é essencial para isolar o efeito líquido de diferentes intervenções de políticas públicas. Ao comparar um cenário de referência (*baseline*) com cenários de políticas, é possível avaliar como mudanças em variáveis específicas de política modifica o equilíbrio de mercado e a alocação de recursos (Jin,

Thube e Henning, 2022). No contexto desta Tese, essa capacidade é crucial para detalhar os mecanismos de transmissão das regras fiscais, permitindo observar a decisão do Governo em direcionar recursos para a expansão dos investimentos de P&D.

Por conta dessas características, o modelo utilizado é de origem nacional na sua versão dinâmica-recursiva, o *Brazilian Intersectoral Model With Recursive Dynamic* (BIM-RD), com a base de dados oriunda da matriz de Insumo-Produto do ano de 2015. Este modelo já foi utilizado na literatura empírica, porém, para aprimorá-lo e adicionar mudanças inéditas em suas especificações teóricas, foram introduzidas duas extensões em seus aspectos teóricos.

A primeira delas consistiu no tratamento das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como um insumo efetivo para a criação do estoque de Capital de Conhecimento. Este ajuste foi implementado para alinhar o modelo aos padrões internacionais do manual SNA 2008 e ao SCN-2010 do IBGE -2015, que anteriormente a esse período, tratava P&D apenas como um insumo intermediário. Logo, esta alteração permitiu observar P&D como um insumo produtivo, assim como os fatores de capital e trabalho.

A segunda inovação, por sua vez, refere-se à agregação da Formação Bruta de Capital (FBC) dentro da estrutura do modelo BIM-RD. Para viabilizar essa agregação, a FBC foi decomposta em grupos de ativos: os tangíveis, que englobam o setor de Construção e o de Máquinas e Equipamentos; e os intangíveis, que compreendem os Produtos de Propriedade Intelectual, que integra Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Outros Ativos Fixos. Dentre os ativos tangíveis, foi necessário realizar um tratamento específico para o setor de Petróleo e Gás, dada a sua relevância para a estrutura dos investimentos em P&D. Desse modo, foi feita uma redistribuição de forma proporcional do valor total deste segmento para cada um dos seus correspondentes. Assim, desse valor, 44,8% foram alocados para Construção, 14,8% para Produtos de Propriedade Intelectual e 40,4% para Outros Ativos. Esse procedimento foi crucial para assegurar a consistência entre a Matriz de Insumo-Produto (MIP, 2015) e o Sistema de Contas Nacionais (SCN).

Somado a isso, a estrutura teórica do BIM-RD incorpora os fluxos da Matriz de Contabilidade Social (MCS). Ao simular o conhecimento como um resultado, o modelo considera essa observação como endógena, tratando-a como uma resposta interna gerada pelo aumento dos investimentos de P&D nos setores de Educação e Saúde Pública. Desse

modo, foi possível analisar os efeitos de longo prazo e a sustentabilidade do crescimento econômico. Também, ao tratar a P&D como investimento, o modelo BIM-RD consegue captar os efeitos duradouro de P&D para a acumulação de capital de conhecimento no país. Ainda, a matriz MCS detalha o comportamento da demanda e da oferta dos produtores, das famílias e demais instituições econômicas da economia brasileira.

1.1 Estruturação da Tese

Além do capítulo introdutório, a presente tese está organizada em mais quatro capítulos. O Capítulo 2 aborda os principais aspectos teóricos acerca da relação entre capital de conhecimento, P&D e economia, sublinhando o setor de educação e de saúde na revisão realizada. Por seu turno, o capítulo 3 apresenta as características dos setores de educação e saúde pública na economia brasileira. O capítulo 4 revisa os estudos aplicados com diferentes enfoques metodológicos, quais sejam: modelos econométricos e modelos EGC. Já o capítulo 5 apresenta a metodologia da Tese, explorando as características gerais do modelo BIM-RD e as modificações realizadas para acomodar o objetivo principal desta Tese. O capítulo 6 complementa a discussão do capítulo 5 ao abordar de forma detalhada o baseline (*business-as-usual*) e as análises de política, especialmente sobre as diferentes hipóteses fiscais dos cenários cobertos. Neste capítulo há uma seção dedicada para apresentar os procedimentos e estratégias adotadas na construção dos choques de política. Por seu turno, o capítulo 7 apresenta e discute as principais projeções econômicas das políticas simuladas. Por fim, o capítulo 8 realiza as considerações finais desta Tese, destacando os principais resultados, implicações de política, limitações e possíveis direções para pesquisas futuras.

2 ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE CAPITAL DE CONHECIMENTO E P&D

Este capítulo apresenta uma revisão teórica, relaciona as atividades de Educação e Saúde Pública como elementos - chave para a criação e aplicação do capital de conhecimento mediante investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Considerando isso, esses setores desempenham papéis essenciais para a formação do núcleo tecnológico do Brasil. A análise é realizada à luz das principais teorias do crescimento econômico e das evidências empíricas mais recentes, destacando o papel de políticas públicas e das parcerias estratégicas entre o Governo, as instituições acadêmicas e o setor privado (empresas).

O capital de conhecimento, caracterizado pelo acúmulo de qualificação do capital humano, surge como o principal motor do crescimento econômico sustentável (Hong *et al.*, 2014). Nesse cenário, a Educação e a Saúde Pública desempenham papéis fundamentais ao qualificar o capital humano e impulsionar a Produtividade Total dos Fatores (PTF). A interação entre esses elementos aumenta a capacidade de uma economia de gerar e sustentar um crescimento robusto. Assim, analisar as inter-relações desses componentes e explorar as sinergias entre Educação Pública, Saúde Pública, Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e criação do capital de conhecimento proporcionam crescimento econômico equilibrado e de longo prazo.

Considerando esse contexto, a primeira seção deste capítulo apresenta as teorias acerca do capital de conhecimento e crescimento econômico, fundamentando-se nas contribuições de diversos autores presentes na literatura. Por sua vez, a segunda seção apresenta Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na literatura teórica. Já, na terceira seção é feita uma caracterização do mercado de Educação e Saúde Pública na economia brasileira, apresentando sua relação com os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) ao longo do tempo, bem como sua relação com variáveis macroeconômicas, como: o Produto Interno Bruto (PIB), o Valor Adicionado (VA), níveis de empregos, entre outras.

Além disso, realiza-se uma comparação da dinâmica desses setores no contexto do crescimento econômico do país, evidenciando seus investimentos de P&D como insumos essenciais para a criação do Capital de Conhecimento e Crescimento Econômico do país. Por fim, a última seção revisa os estudos aplicados que utilizaram diferentes abordagens

metodológicas para explicar/analisar o comportamento dos investimentos em P&D provenientes dos setores de Educação e Saúde Pública, sublinhando as pesquisas que recorreram aos modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC).

2.1 Capital de conhecimento e crescimento econômico

O crescimento econômico sustentável ou de longo prazo e o nível de bem-estar das nações ficaram evidenciados a partir do aumento contínuo das atividades econômicas, que estavam diretamente associadas à maior produtividade média dos fatores de produção. Esse cenário criou ofertas inovadoras e modernizadas de bens e serviços disponíveis para governos, empresas e indivíduos. Com base nisso, o crescimento ao longo do tempo tem sido um dos principais objetivos de políticas públicas/econômicas (Sarabia-Altamirano, Martínez-Burnes e León, 2024).

Tradicionalmente, os insumos da acumulação de capital físico e trabalho têm sido considerados seus principais impulsionadores, explicando apenas uma parte desse crescimento (Fils, Nkemgha e Che, 2024). Por algum tempo, os modelos neoclássicos assumiram que o progresso tecnológico era uma variável exógena, disponível para todos os países de maneira uniforme (Utku-Ismihan, 2003), o que limitava sua capacidade de explicar as disparidades nos níveis tecnológicos entre as nações (Andrade, 2006). No entanto, com o tempo, percebeu-se que a tecnologia era não apenas onerosa, mas também dependente de conhecimento necessário para poder utilizá-la (Utku-Ismihan, 2003).

Com base nisso, diversas concepções teóricas e empíricas surgiram e destacaram a natureza endógena do progresso tecnológico. Essas teorias introduziram o papel do conhecimento como um produto primordial e crucial para explicar o crescimento econômico de longo prazo. Essa nova abordagem, conhecida como teoria do crescimento endógeno ou modelos da Nova Teoria do Crescimento Econômico, buscava explicar esse crescimento, a partir das forças econômicas que impulsionam o progresso tecnológico, enfatizando a inter-relação entre Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Capital de Conhecimento (Andrade, 2006; Utku-Ismihan, 2003; Verbič, Majcen, Čok, 2009).

Um dos pioneiros a estudar a teoria do crescimento econômico endógeno foi Romer em 1990 (Fuente e Ciccone, 2002). Para Romer (1990), a mudança tecnológica é entendida como alterações no processo produtivo que ajuda a melhorar as combinações dos fatores

de produção, possibilitando a criação de novos produtos (Mora e Cruz, 2013). Em sua visão, a evolução tecnológica ou mais precisamente a criação de pesquisa é a forma mais adequada de capital para explicar o desenvolvimento de longo prazo dos países. Romer (1990) argumenta que o conceito de capital de conhecimento vai além da acumulação de capital físico, ao incorporar o valor intangível criado por ideias. Essas ideias, por sua vez, surgem da relação com outros elementos fundamentais, como educação, capital humano e infraestrutura (Fuente e Ciccone, 2002; Verbic *et al.*, 2011).

A partir dessa compreensão, e considerando que o desemprego é inexistente no modelo, os trabalhadores são alocados não apenas para produzir bens manufaturados, mas também para atividades de pesquisas, impulsionadas por investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Moura e Cruz, 2013). Nesse contexto, Romer (1990) propõe um modelo macroeconômico de longo prazo, no qual as inovações tecnológicas são determinadas endogenamente durante o processo de produção, como resultado dos esforços de pesquisadores e empreendedores que reagem a incentivos econômicos, como políticas tributárias, financiamentos de pesquisas básicas, educação, entre outros. A partir de três premissas fundamentais, Romer (1990) estabelece uma clara distinção entre capital físico e capital de conhecimento, destacando como o segundo desempenha um papel crucial no processo de crescimento econômico sustentável e na geração de inovações (Fuente e Ciccone, 2002).

A primeira premissa, identifica a não rivalidade¹ das ideias como crucial para o crescimento econômico. Destarte, Romer (1990) mostra que, a não rivalidade geram retornos crescentes de escala no processo de produção. Para ilustrar essa questão, ele faz referência ao processo de produção de antibióticos, que havia sido recentemente introduzido no mercado na época. Com esse objetivo, cria uma função de produção do tipo, $Y = F(A, X)$, que representa a quantidade de doses do medicamento “Y” em função do capital de conhecimento “A”. Parte desse conhecimento corresponde às novas instruções necessárias para a produção do antibiótico, enquanto “X” abrange um conjunto de insumos físicos, como ingredientes, produtos químicos, equipamentos, laboratórios, entre outros. A partir dessa função, se um produtor usar a propriedade de dobrar a

¹ A não rivalidade implica que, toda ideia oriunda de algum conhecimento é tecnologicamente viável ser usada simultaneamente e repetidamente pelos agentes econômicos (Fuente e Ciccone, 2002).

produção de “Y” com a duplicação dos insumos físicos “X” esse produtor vai ser capaz de dobrar seu número de produção “Y”, de modo que, para algum $\lambda > 1$, observa-se:

$$Y = F(A, \lambda X) = \lambda Y \quad (01)$$

Na equação 1, os insumos físicos produzem retornos constantes de escala no processo de produção. Entretanto, devido a característica da não rivalidade das pesquisas, na equação também está implicitamente adotado o uso da replicação de “A” uma vez que, a ideia de produzir um novo medicamento não necessita ser replicado, pois suas instruções já existem e podem ser usadas simultaneamente. Em outras palavras, a partir do momento em que os insumos físicos são duplicados, o capital de conhecimento mais do que dobra a produção. Ou seja, a produção é caracterizada por retornos crescentes de escala e, a partir desse ponto o crescimento econômico segue naturalmente (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002). A Equação 2 mostra como acontece esse comportamento.

$$F(\lambda A, \lambda X) > F(A, \lambda X) = \lambda Y \quad (02)$$

Onde $F(\lambda A, \lambda X)$ representa a função de produção quando ambos os insumos são escalados por um fator “ λ ”, “que” indica o aumento proporcional de cada insumo no sistema produtivo. Especificadamente, “A” é o capital tecnológico e “X” é o capital físico ou trabalho. A equação 2 demonstra que, ao aumentar tanto o capital tecnológico quanto o capital físico/trabalho, o crescimento da produção “Y” não apenas acompanha, mas excede proporcionalmente o aumento dos insumos, resultando em um crescimento mais que proporcional. Esse comportamento reflete o conceito de retornos crescentes de escala (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002).

A segunda premissa define o papel do mercado de concorrência imperfeita e trata os empresários como maximizadores de lucro. Para caracterizar esse tipo de mercado, Romer (1990) destaca que, devido aos retornos crescentes de escala conforme apresentada na equação 1, os insumos não podem ser remunerados com base no seu produto marginal (PMg). Caso contrário, isso resultaria em uma produção que consumiria todos os insumos, não sobrando nenhum tipo de item produtivo para a produção de ideias. Em vez de permitir que esses insumos sejam pagos conforme seu PMg, seria necessário remunerar algum desse insumo abaixo do seu valor marginal para que parte da produção pudesse ser redirecionada para o desenvolvimento de ideias (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002).

Assim, o ponto principal é que, em cenários de retornos crescentes, é preciso ajustar a remuneração dos insumos para não esgotar toda a produção. Como resultado, não será possível alcançar equilíbrio em um mercado de concorrência perfeita sem externalidade. Desse modo, o mercado será caracterizado por concorrência imperfeita e com externalidade, pois ambos os insumos receberão menos do que o seu PMg e, portanto, não há equilíbrio eficiente (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002).

Entretanto, de acordo com a visão de Romer (1990) esses conceitos só conseguiriam ser aplicáveis se reconhecermos que embora as ideias sejam não rivais, elas não são bens públicos puros². Isso ocorre porque, apesar de serem não rivais, as ideias podem ser excludentes, ou seja, há a possibilidade de restringir o acesso ou o uso delas, seja por patentes ou mesmo segredos comerciais que podem impedir o uso de ideias para todos por um determinado período de tempo (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002).

Enquanto a rivalidade é função do ambiente econômico e da tecnologia, a exclusividade é função das instituições e das decisões da sociedade. Com base nisso, pesquisadores empreendedores buscam sempre por novas ideias dadas suas recompensas financeiras. Por exemplo, um agente inovador que teve direito ao uso de uma patente, conferindo-lhe o direito exclusivo de produzir um bem com o uso de sua invenção, pode cobrar um *mark-up*³ sobre o custo marginal, em um contexto de concorrência imperfeita. Assim, as ideias passam a ser consideradas um bem público não puro (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002).

Por último, na terceira premissa, Romer (1990) implementa a linearização da função de produção de ideias. Nessa equação, é introduzida a estrutura “AK”, de modo que, “K” representa o capital físico e “A” o estoque de capital de conhecimento direcionada para produzir novas ideias. Com base nessa estrutura, o autor introduz uma nova variável, “At”, para representar o conjunto de ideias criadas no período “t”, de modo que, esse novo fluxo é denotado por $\dot{A}_t \equiv dA_t/dt$ (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002). Dessa forma, Romer (1990) assume uma função com as seguintes características:

² Um bem público puro ele é não rival e não excludente (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002).

³ O pesquisador empreendedor vai poder cobrar um preço conforme os custos dos seus insumos (Romer, 1990).

$$\dot{A}_t = \theta H_{At} A_t \quad (03)$$

Onde: H_{At} representa a quantidade de capital humano utilizada para produzir pesquisas e $\theta > 0$ é um parâmetro de produtividade de pesquisa. Logo, quanto maior a produção de ideias maiores são os transbordamentos de conhecimento, aumentando a produtividade de novos pesquisadores. No entanto, a economia é dotada de capital humano constante " $\bar{H}$ " que pode ser utilizada tanto para esse processo de produção, como também para a produção de bens físicos. Portanto, Romer (1990) considera o termo $s_t = H_{At}/\bar{H}$ como o estoque de capital humano dedicado a pesquisa (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002). Sendo assim, a Equação 3 é reformulada para incorporar essas configurações:

$$\frac{\dot{A}_t}{A_t} = \theta s_t \bar{H} \quad (04)$$

Com base na equação 4, os lucros incentivam os pesquisadores buscarem novas ideias, e os salários na produção estimulam o capital humano a produzir bens de consumo. O equilíbrio de mercado então determina um valor para s_t , que se torna constante no longo prazo. Então, a equação 4 determina a taxa de crescimento de longo prazo da economia. Essa taxa é função do parâmetro de produtividade " θ ", da quantidade de capital humano na economia " $\bar{H}$ " e da fração de equilíbrio do capital humano alocado para pesquisa " s ". Impostos, subsídios à pesquisa, patentes expiradas e outras características da economia podem influenciar a taxa de crescimento de longo prazo, afetando o mercado de empreendedores. A partir de toda essa estrutura, o setor de P&D determina o crescimento endógeno da tecnologia no modelo de crescimento econômico de Romer (Romer, 1990; Fuente e Ciccone, 2002).

Posteriormente, Jones (1997), contribui para a discussão descrevendo a variável " A " como o estoque de conhecimento ou tecnologia de uma nação. Jones (1997) descreve que o conhecimento é composto pelo acúmulo de ideias desenvolvidas por pesquisadores. Assim, uma mudança em " A " seria equivalente à quantidade de pessoas em busca de novos avanços, multiplicada pela taxa na qual a P&D geraria mais descobertas, ou seja:

$$\dot{A} = \delta L_A \quad (05)$$

Sob essa ótica, a taxa de P&D, que reflete a descoberta de novos estudos por especialistas é igual a quantidade de conhecimento já existente na economia. Portanto, quando há um

impacto positivo na taxa de produção de novas pesquisas, o estoque de conhecimento “A” também aumenta. Assim, ao parametrizar $\tilde{\delta}$ na equação 5, obtemos a seguinte equação:

$$\tilde{\Delta} = \delta A^\phi \quad (06)$$

Se $\phi < 0$, a taxa de inovação tecnológica da economia reduz-se à medida que o estoque de conhecimento diminui. Por outro lado, quando $\phi > 0$ a quantidade de novas evidências cresce, o que eleva tanto o nível de conhecimento quanto o avanço tecnológico de uma economia. Por fim, quando $\phi = 0$, a economia exhibe retornos constantes de escala, uma vez que a criação de novas ideias não depende do estoque de conhecimento existente (Jones, 1997).

Complementando essa discussão, a teoria do capital humano também desempenha um papel fundamental para a criação do Capital do Conhecimento (Shahid *et al.*, 2024). O investimento na qualificação do capital humano (Liu *et al.*, 2024) também é crucial para que os países alcancem um crescimento econômico sustentável e equilibrado (Ma, Gan e Huang, 2024), dada sua capacidade de produzir uma força de trabalho altamente qualificada e pesquisadores de alto nível (Fils, Nkemgha e Che, 2024).

Entre os estudiosos sobre o tema, o acadêmico Schultz (1961), conceitua o capital humano como um insumo no processo produtivo que expande mais rápido do que o insumo de capital físico e, esse crescimento está diretamente ligado aos investimentos com educação (oportunidades de emprego). Em seu estudo anterior, Schultz (1960) trata a educação como uma forma de investimento no indivíduo. Ele caracteriza esse setor como um tipo de capital, que presta serviços de valor econômico para os países.

Sob a mesma ótica, o economista Becker (1964) apresentou que a formação do capital humano requer investimentos educacionais que permitem à sociedade acumular conhecimento, promovendo, ao longo do tempo crescimento da produtividade nacional. Para Becker (1964), o conceito de capital humano inclui todas as capacidades produtivas disponíveis a um indivíduo por meio da acumulação de conhecimento e *know-how*, os quais impulsionam a produção e a geração de riqueza de uma nação (Fils, Nkemgha e Che, 2024). A essência por trás dessa teoria, consiste na visão de que os indivíduos são considerados um ativo de crescimento econômico (Jung *et al.*, 2001; Jung e Thorbecke, 2003). Portanto, o capital humano está intrinsecamente interligado ao conhecimento dos

indivíduos, que ao ser introduzida em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nutrem competências e habilidades necessárias para o avanço e a criação de novas tecnologias (Jung *et al.*, 2001).

Com o tempo, as teorias do crescimento endógeno evoluíram para incorporar novas abordagens/conceitos que destacam a importância do capital de conhecimento no crescimento econômico sustentável. Um dos desdobramentos mais notáveis dessa evolução foi o modelo Schumpeteriano reformulado por Aghion e Howitt (1992). Utilizando ferramentas matemáticas, esses autores realizaram uma releitura das ideias originais de Schumpeter (1942). A estrutura do modelo foi baseada em uma função do tipo Cobb-Douglas, que considera apenas um bem de consumo, e é expressa da seguinte forma:

$$Y = Az^{\alpha} \quad (07)$$

Em que: “Y” representa o produto, “z” indica a quantidade de insumos utilizados na produção do bem intermediário, “ α ” é um parâmetro com valor entre 0 e 1 ($0 < \alpha < 1$), e “A” é o parâmetro da tecnologia. De acordo com a teoria Schumpeteriana, “A” tende a crescer ao longo do tempo a uma taxa constante, denotada por $\gamma > 1$ (Mora e Cruz, 2013). No contexto desse modelo, o crescimento econômico tem suas origens nas inovações tecnológicas que são introduzidas no mercado de bens intermediários, em que as empresas geram seus produtos por meio do fator de obsolescência (Mora e Cruz, 2013; Aghion e Howitt, 1992).

Esse processo fundamenta-se no conceito de “destruição criativa” conforme proposto por Schumpeter (1982) e explorado por Aghion e Howitt (1992). A “destruição criativa” descreve a dinâmica pela qual a inovação tecnológica aperfeiçoa produtos existentes, transformando-os em novos bens que, frequentemente, são melhores e mais acessíveis (Aghion e Howitt, 1992). Nesse processo, os novos itens se fundamentam em ideias e tecnologias anteriores. Dessa forma, o estoque de conhecimento acumulado a partir dessas inovações passadas torna-se um insumo essencial para o surgimento de novas inovações tecnológicas (Caballero e Jaffe, 1993).

Em uma perspectiva diferente, Fagerberg (1988) também aborda o capital de conhecimento por meio do conceito de “*gap* tecnológico”⁴, destacando a relação entre inovação tecnológica e o processo de imitação realizado por diferentes países. Para ele, enquanto a inovação cria disparidades econômicas entre as nações, a imitação facilita a difusão das tecnologias inovadoras nos países imitadores (Sterlacchini, 2008). Assim, as atividades de P&D desempenham um papel crucial não só na introdução de inovações tecnológicas à frente da fronteira tecnológica, mas também na manutenção e aprimoramento contínuo dessas inovações, contribuindo para o fortalecimento do capital de conhecimento tanto no nível nacional quanto organizacional (Sterlacchini, 2008).

Nesse contexto, o capital de conhecimento tem se consolidado como um insumo de extrema relevância no sistema econômico. Entretanto, nesse cenário de transformações e valorização desse recurso, surge uma nova corrente de pensamento, denotada de “Economia do Conhecimento” (*knowledge Economy* ou “KE”). O surgimento dessa abordagem atraiu muitos pesquisadores, que contribuíram com sua caracterização.

Alguns a definiram como um sistema econômico baseado em mecanismos institucionais para criar conhecimentos em atividades econômicas (Alnafra e Mouselli, 2019; Lüthi *et al.*, 2011). Outros pesquisadores argumentam que o conhecimento pode se tornar o motor do crescimento econômico se a economia contar com qualificação do capital humano, adoção tecnológica e um regime econômico propício para que o conhecimento se propague, promovendo assim o aumento da Produtividade Total de Fatores (PTF), (Houghton e Sheehan, 2000; Chen e Dahlman, 2004).

A PTF é uma variável que mensura o estoque de conhecimento tecnológico de uma economia, e grande parte dos modelos prevê que esse progresso tecnológico, ao contrário da acumulação de fatores, tem sido a principal condicionante do crescimento econômico sustentável (Hall *et al.*, 2010; Herzer, 2022). Powell e Snellman (2004) compartilham dessa visão ao definirem a economia do conhecimento como produção e serviços baseados em atividades intensivas em conhecimento que contribuem para o ritmo acelerado do avanço técnico e científico.

⁴ O “*gap* tecnológico” está relacionado entre a diferença e a adoção de tecnologia entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Para eles, o componente chave de uma economia baseada em conhecimento é a maior dependência de capacidades intelectuais do que de insumos físicos ou recursos naturais. Além deles, Chen e Dahlman (2005) definiram a economia do conhecimento (KE) como aquela que o conhecimento é adquirido, criado, disseminado e usado efetivamente para aprimorar o desenvolvimento econômico. Ambas as caracterizações se alinham ao arcabouço dos modelos de crescimento endógenos de Romer (1990) e Jones (1997).

2.2 Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na literatura teórica

O estoque do Capital de Conhecimento, por sua natureza, é impulsionado por modelos de crescimento econômico que têm a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como um dos seus principais motores. A P&D é representada pela proporção entre a quantidade de recursos investidos no setor produtivo e o tamanho da economia, frequentemente medido pela população ou pelo Produto Interno Bruto (PIB) (Herzer 2022). Esse tipo de capital é dinâmico, expandindo-se e evoluindo por meio dos contínuos investimentos em atividades de pesquisas (Shahid *et al.*, 2024). De forma simplificada, o crescimento residual, que não pode ser explicado pelos insumos tradicionais, como trabalho, capital e insumos intermediários, é atribuído ao impacto dessas atividades, que geram mudanças técnicas e promovem progresso produtivo (Hall, Mairesse e Mohnen, 2010).

O investimento em P&D pode variar de acordo com o tipo, mas seu propósito principal é sempre expandir o conhecimento para descobrir novas ideias e inovações. Normalmente, faz-se uma distinção entre pesquisa básica, pesquisa aplicada e de desenvolvimento, com base na proximidade da pesquisa com suas possíveis aplicações (Hall, Mairesse e Mohnen, 2010). Da mesma forma, P&D pode ser classificada em suas vertentes: a direcionada à criação de novos processos produtivos (P&D de processo) e a voltada para à invenção de novos produtos ou aprimoramento dos existentes (P&D de produto) (Gonçalves e Simões, 2005).

O financiamento de P&D pode ser de natureza tanto pública quanto privada, e o seu desenvolvimento pode ser realizado por empresas e por organizações públicas, onde encontra-se as universidades e os institutos de pesquisas. Por fim, os dados estatísticos para P&D são organizados de acordo com os setores econômicos ou industriais, e, no caso da parte voltada à pesquisa, elas são classificadas por áreas científicas e técnicas (Hall, Mairesse e Mohnen, 2010).

Além disso, a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) pode impulsionar a produtividade dos fatores de produção ao reduzir seus custos médios ou aprimorar a qualidade dos produtos. Ainda, os recursos para P&D realizados entre países ou segmentos produtivos podem criar indiretamente efeitos positivos sob outras nações e outras atividades econômicas (efeito transbordamento). Ademais, o retorno sobre o investimento em P&D não é um valor fixo ao longo do tempo, sendo resultado da interação entre as estratégias adotadas pelos países ou setores e o contexto macroeconômico, o que torna difícil prever os resultados ao se escolherem políticas ou abordagens específicas para P&D. Portanto, os benefícios gerados pela P&D podem variar e não são consistentes ao longo do tempo entre diferentes países e setores econômicos (Hall, Mairesse e Mohnen, 2010).

Dessa forma, a variabilidade dos benefícios criados pela P&D reflete, assim, a importância do Capital de Conhecimento como seu principal produto, tornando-o fundamental no avanço tecnológico dos países, e no crescimento da produtividade total de fatores (PTF) (Amavilah e Rodríguez Andrés, 2024; Herzer, 2022). Como produto, o conhecimento se manifesta em diversas atividades que o caracteriza, incluindo habilidades, *know-how*, competência e marcas registradas (patentes) (Choong e Leung, 2022). No entanto, como não há um consenso na literatura de como esses produtos são mensuráveis, uma forma de analisá-los e compará-los entre países é por meio dos quatro pilares da economia do conhecimento, conforme definidos pelo Banco Mundial. Esses pilares, quando analisados de forma conjunta, constituem a base estrutural dessa variável (Chen e Dalan, 2005).

Assim os quatro pilares do conhecimento, são as seguintes: (i) investimentos de longo prazo em educação e treinamento do capital humano; (ii) infraestrutura de informação (investimento em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)); (iii) sistemas de inovação (inovação); e (iv) regime econômico e institucional bem estruturado. Essa abordagem também reconhece que os países devem manter um equilíbrio entre esses quatro pontos para realizar uma transição bem-sucedida para a Economia do Conhecimento (Amavilah e Rodríguez Andrés, 2024; Chen e Dahlman, 2005). A Figura 1 apresenta a interligação entre esses quatro componentes.

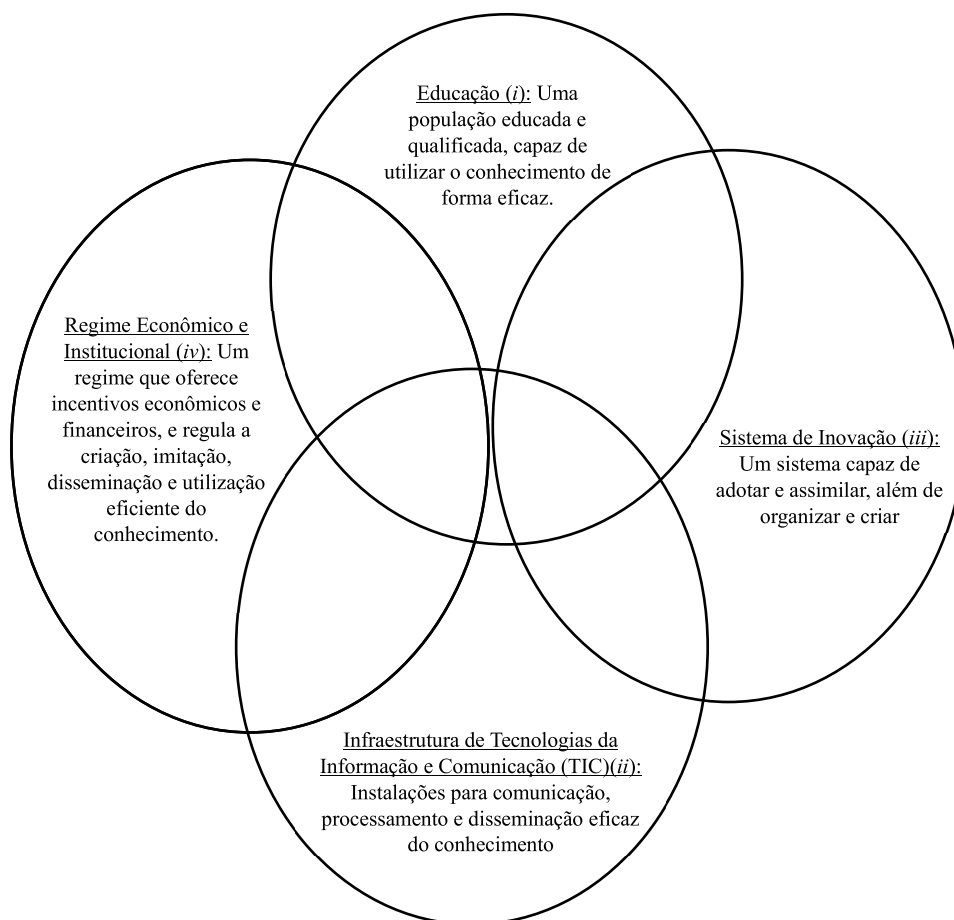
A Figura 1, mostra uma visão de como esses diferentes canais afetam e contribui para a economia do conhecimento. De acordo com a estrutura da Economia do Conhecimento (KE), os investimentos nesses quatro pilares são essenciais para a criação, adoção, adaptação e o uso sustentável do conhecimento no sistema produtivo. Esse processo contribui para a criação de bens e serviços de maior valor agregado, ampliando as chances de sucesso econômico e, portanto, de crescimento (Chen e Dahlman, 2005).

O primeiro pilar enfatiza que uma população educada e qualificada desempenha um papel fundamental na criação, aquisição, difusão e aplicação eficaz do conhecimento, contribuindo para o aumento da Produtividade Total de Fatores (PTF) e, por consequência, para o crescimento econômico. A educação básica é crucial para aprimorar a capacidade das pessoas em aprender e aplicar informações. Já a educação técnica de nível secundário e a educação superior são indispensáveis para impulsionar a inovação tecnológica. Vale ressaltar que, o desenvolvimento de novos conhecimentos e sua adaptação ao contexto econômico exige uma integração entre ensino e pesquisa. Além disso, indivíduos mais educados tendem a consumir produtos com maior complexidade tecnológica, incentivando os setores econômicos a inovar e criar produtos e processos de produção mais avançados tecnologicamente (Chen e Dahlman, 2005).

Nesse contexto, a contribuição mútua entre Governos, Universidades e Indústrias é essencial para que os países alcancem avanços substanciais, fortalecendo suas capacidades complementares e promovendo melhorias em seus indicadores macroeconômicos (Monteiro Neto, Colombo e Rocha Neto, 2023). Essa dinâmica é frequentemente analisada via o modelo de Hélice Tríplice (HT) proposto por Etzkowitz e Leydesdorff (1997).

O modelo se baseia na ideia de que o potencial para inovação e crescimento econômico em uma economia fundamentada no Capital de Conhecimento reside principalmente na colaboração entre os três segmentos: Universidade – Indústria – Governo (UIG) (Lima Figueiredo *et al.*, 2023; Feola *et al.*, 2021; Sharma e Sharma, 2021). Nesse cenário, cada ator do sistema desempenha um papel específico, mas sempre promovendo sinergias com os demais, o que fortalece a colaboração mútua entre eles (Feola *et al.*, 2021; Sharma e Sharma, 2021), e o fortalecimento do primeiro pilar da Economia do Conhecimento (KE).

Figura 1 – Pilares da Economia do Conhecimento (KE)



Fonte: Amavilah e Rodríguez Andrés (2024).

No modelo de Hélice Tríplice (HT), as universidades são o elo fundamental entre a criação e a transferência de conhecimento (Steffensen *et al.*, 2000; Guerrero *et al.*, 2016, 2016; Mochnacs *et al.*, 2024). Elas desempenham um papel essencial no encadeamento para frente⁵ (*forwards linkages*), criado por suas atividades, que, entre os vários efeitos, contribuem para o fortalecimento da base econômica e produtiva dos países (Monteiro Neto, Colombo e Rocha Neto, 2023). Seu objetivo é promover a aplicação prática do conhecimento e estimular o processo de industrialização, enfatizando a chamada “terceira missão” das universidades, que envolve contribuir para o crescimento econômico, por meio de transferências de resultados de pesquisas de laboratórios, além de suas

⁵ O encadeamento para frente, impulsionado pelo conhecimento, exerce um impacto direto no aprimoramento do nível de qualificação profissional. Além disso, contribui para a formação de um estoque de conhecimento por meio da interação entre as IES e o setor produtivo (Monteiro Neto, Colombo e Rocha Neto, 2023).

tradicionais missões de ensino, pesquisa e extensão (Cunningham e Link, 2015; Eom e Lee, 2010; Feola *et al.*, 2021; Monteiro Neto *et al.*, 2023).

A parceria entre as universidades e o setor produtivo abrangem uma variedade de atividades, desde P&D até a criação de *clusters* intensivos em conhecimento⁶ e centros de pesquisas. Além desses compromissos, denotados como formais, observa-se diversas outras interações, de modo mais informais, como é o caso das conferências, treinamentos de funcionários de negócios por acadêmicos, publicações conjuntas, compartilhamento de instalações de P&D e a transferência de patentes (Mochnacs *et al.*, 2024). Esse compartilhamento tem permitido o surgimento de patentes acadêmicas, embora as empresas privadas, em sua grande parte, sejam responsáveis pela produção de produtos no mercado via Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Herzer, 2022).

Contudo, foi a partir da década de 1980, que se observou o surgimento do patenteamento acadêmico, com pesquisadores cada vez mais envolvidos em projetos de pesquisas aplicadas e comerciais, ampliando sua contribuição para o avanço do conhecimento tecnológico aplicado, conforme o setor privado já vinha fazendo. Destarte, com base nisso é notado uma ampliação na Produtividade Total de Fatores (PTF), de modo que, a P&D pública passa a ter um crescimento adicional indireto (Herzer, 2022).

Dessa forma, o papel inovador das universidades, por um lado, resulta em transformações significativas em sua estrutura interna e nas atividades realizadas pelas instituições acadêmicas (Etzkowitz e Leydesdorff, 2000), por outro lado, ocorre um aumento na comercialização de pesquisas, com destaque para os principais canais de negociação, como patentes, licenças, *joint ventures* de pesquisas e criação de empresas acadêmicas *spin-off*⁷ (Lockett *et al.*, 2005; Minola, Donina e Meoli, 2016).

Essas *spin-offs*, por sua vez, têm sido cada vez mais reconhecidas por suas valiosas contribuições para o crescimento econômico e ao fortalecimento do sistema tecnológico dos países (Feola, Parente, Cucino, 2021), além de representar um mecanismo que contribui para criar empregos na economia (Steffensen, Rogers e Speakman, 2000). A

⁶ A Comissão Europeia define *clusters* universitários como os parques científicos intensivos em P&D ou plataformas de especialização inteligente (Mochnacs *et al.*, 2024).

⁷ Um “*spin-off*” acadêmico (SOA) é uma empresa formada com o objetivo de comercializar uma propriedade intelectual originada de trabalho de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizadas em universidade ou outras instituição acadêmicas (Araújo *et al.*, 2005).

partir disso, o setor produtivo por meio do seu processo de comercialização e difusão dos produtos se tornam os principais implementadores das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Rodriguez *et al.*, 2008).

O segundo pilar foca no papel fundamental do progresso técnico para o crescimento da produtividade. Uma estrutura econômica eficiente é essencial para impulsionar esse avanço técnico, que depende, por sua vez, de um sistema de inovação adequado. Essa rede é formada por um conjunto de instituições, normas e processos que determinam como um país adquire, gera, dissemina e aplica o conhecimento. Universidades e centros de pesquisa, tanto públicas como privadas, são componentes - chave dessa rede, assim como o Governo e as organizações não governamentais, que também contribuem para a produção de novos conhecimentos. Uma estrutura de inovação eficiente cria um ambiente favorável à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), gerando novos produtos, processos e conhecimentos (Chen e Dahlman, 2005).

O terceiro pilar enfatiza que a Infraestrutura de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em uma economia envolve a acessibilidade, a confiabilidade e a eficiência produtiva de produtos eletrônicos que se interconectam. As TICs são consideradas a base da economia do conhecimento, sendo reconhecidas como ferramentas essenciais para impulsionar o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável. Com redução substancial dos seus custos de produção e com capacidade de superar barreiras geográficas, as TICs transformam a maneira como as informações e o conhecimento circulam globalmente (Chen e Dahlman, 2005).

Os avanços tecnológicos nos setores produtivos de TIC têm gerado grandes ganhos de Produtividade Total de Fatores (PTF) em nível econômico, além de contribuírem para o aumento da produtividade do trabalho (Chen e Dahlman, 2005; Rodríguez Andrés, 2024). Destarte, as TICs também permitem a colaboração entre pesquisadores de diferentes locais, ampliando a produtividade nas áreas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e favorecendo a criação de novos conhecimentos e tecnologias (Amavilah e Rodríguez Andrés, 2024).

Por fim, o quarto pilar sublinha a importância dos modelos econômicos e institucionais dos países dentro da Economia do Conhecimento (KE). Esse aspecto reforça que, para o bom funcionamento da economia, é fundamental que esses arranjos ofereçam incentivos

que estimulem a criação e o uso adequado do conhecimento (Chen e Dahlman, 2005). Dessa forma, a importância desse cenário se reflete não apenas nos recursos que cada governo direciona para estimular Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), mas também na estabilidade política, na competência administrativa e na eficiência regulatória (Badillo e Moreno, 2016; Feola *et al.*, 2021; Lima Figueiredo *et al.*, 2023).

Isso, por sua vez, está relacionado à existência de políticas macroeconômicas e de concorrência regulatórias bem estruturadas e claras. Por exemplo, a economia deve ser aberta ao comércio internacional, evitando políticas protecionistas que possam prejudicar a competição e, conseqüentemente, o desenvolvimento de negócios (Chen e Dahlman, 2005). Outrossim, o governo oferece duas formas principais de apoio: *i*) estabelece um conjunto de regras e condições normativas para orientar a implementação das atividades; e *ii*) fornece assistência física e financeira, abrangendo empréstimos, incubadoras e parques científicos (Feola, Parente e Cucino, 2021).

Ademais, as políticas de apoio à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são essenciais no desenvolvimento do modelo da Hélice Tríplice (HT), que depende fortemente da estrutura econômica e do portfólio de pesquisa de cada país para funcionar efetivamente (Ollo-López e Aramendía-Muneta, 2012). Destarte, à medida que essas pesquisas aumentam a produtividade da P&D aplicada na indústria, a P&D pública também tem um efeito adicional no estoque de conhecimento técnico aplicado (Herzer, 2022).

Portanto, a interligação desses quatro pilares proporciona condições para desenvolver ecossistemas eficientes, favorecendo o desenvolvimento da Economia do Conhecimento (KE). Dessa forma, esse sistema de quatro partes se assemelha a um mapa interconectado de novos serviços, produtos, ideias e tecnologias em rápido crescimento (Mochnacs *et al.*, 2024).

3 O SETOR DE EDUCAÇÃO E SAÚDE NO BRASIL

O mercado de educação é caracterizado como um componente essencial que aumenta a produtividade da força de trabalho ao qualificar o capital humano e, desenvolve capacidade tecnológica dos países ao criar capital de conhecimento via investimentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Abbasi *et al.*, 2024). Em conjunto, esses fatores contribuem para elevar o produto total da economia e, portanto, o crescimento econômico e os níveis de bem-estar das nações (Abbott *et al.*, 2013; Annabi *et al.*, 2008; Hanushek e Woessmann, 2012). Trata-se de um setor de serviço composto por Instituições de Ensino Superior (IES) públicas e privadas, cada uma oferecendo três tipos principais de produtos: ensino, pesquisa e extensão (Neves e Martins, 2012; Moraes *et al.*, 2023).

Ademais, essas instituições são caracterizadas pelo seu foco de ensino e podem ser classificadas em quatro categorias: *i*) faculdades, que se concentram em áreas específicas do conhecimento; *ii*) universidades, que, além das funções das faculdades, contam com professores com titulação em nível de mestrado e doutorado envolvidos no desenvolvimento de ensino e pesquisa; *iii*) centros universitários, são definidas pela oferta de ensino e pela combinação de característica tanto de faculdade como de universidade. Essas instituições são especializadas em determinadas áreas, exigindo produção intelectual de seus docentes (Sguissardi, 2008). Além disso, possuem autonomia para criar e expandir cursos e vagas (Neves e Martins, 2012; Moraes *et al.*, 2023); e por fim, *iv*) Instituições de Ensino Superior (IES) não universitária, como os centros tecnológicos, que são voltados para práticas educativas, mas não possuem autonomia plena e dependem do Conselho Nacional de Educação (CNE) para a criação e autorização de novos cursos (Neves e Martins, 2012).

Outro aspecto, é o tipo de financiamento do Ensino Superior, que pode ser tanto do setor público quanto do setor privado. Os recursos do ente público, provém de diferentes fontes, como de recursos federais repassados às universidades federais mediante programas como Fies e Prouni, agências de fomento, como Capes, CNPq e Finep, além de recursos estaduais de amparo à pesquisa. Por sua vez, os recursos privados são provenientes de mensalidades pagas por famílias/alunos ou de fundos financeiros de empresas privadas (Neves e Martins, 2012).

No Brasil, a partir dos anos 2000, a atividade de educação seguiu a tendência internacional de expansão tanto na oferta quanto na demanda por educação superior (Morais, 2023). Esse movimento foi reflexo do contexto de globalização, da transformação tecnológica e da introdução da indústria 4.0⁸, que desencadeou uma integração entre diferentes setores econômicos, promovendo transformações no processo de produção, que passou de uma economia produtora de bens, para uma mais orientada a serviços, a economia baseada no conhecimento (Choong e Leung, 2022; Fahim *et al.*, 2023; Muzam, 2023).

Nesse sentido, o setor de serviço, passou a representar um segmento importante da economia, que engloba, além da tecnologia da informação, a atividade do ensino superior. Este último fomenta a inovação por intermédio da produtividade do trabalho, tornando as habilidades e competências dos indivíduos um insumo mais relevante no processo de produção do que os fatores físicos. Esse processo caracteriza os trabalhadores do conhecimento (*Knowledge Workers* ou KWrs)⁹, (Muzam, 2023).

Por conseguinte, observou-se uma mudança significativa na natureza do mercado de trabalho (Santos, 2020; Muzam, 2023; Mochnacs *et al.*, 2024), que passou de um sistema produtivo em que os tomadores de decisão baseavam suas escolhas a partir de análise de mercado, para uma economia dinâmica, em que o sistema produtivo exige uma demanda de mão de obra especializada, capaz de tomar decisões com base em técnicas e dinâmicas distintas, a partir do uso de criação e inovação (Muzam, 2023).

Aderente a essas mudanças econômicas, o mercado de educação expandiu o número de matrículas no ensino superior (Morais, 2023), levando ao estabelecimento de novas instituições (Oppedisano e Turati, 2011). Por sua vez, os recursos direcionados para sua expansão foi impulsionado por incentivos fiscais, subsídios, gastos/consumos públicos, linhas de crédito, políticas educacionais e outras formas de apoio que foram fundamentais para promover a oferta e a demanda de vagas universitárias, bem como a ampliação dos insumos educacionais disponíveis, destacando-se entre esses fatores os recursos financeiros (Morais, 2023).

⁸ A indústria 4.0 é desenvolvida através de aspectos tecnológicos com o objetivo de desencadear e executar o aumento da produção, com menores custos.

⁹ Os Trabalhadores do Conhecimento (KWrs) formam um conjunto de indivíduos cujo trabalho requer um alto nível de conhecimento para realizar tarefas complexas (Muzam, 2023).

Neste contexto, o Programa de Apoio aos Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) foi criado para incentivar e ampliar o acesso ao ensino superior no país (Andrade, 2012). Com esse programa ocorreu um crescimento expressivo nesse tipo de ensino, estimulando a sua interiorização. Em decorrência disso, verificou-se uma ampliação em 112% nas matrículas do interior, e de 82% das matrículas nas capitais (Porto e Régnier, 2003; Carvalho e Júnior, 2020; Diniz e Diniz, 2023).

Diante desse cenário, foi notado uma ampliação dos cursos de graduação e de pós-graduação (Barros, 2015; Carvalho e Júnior, 2020; Diniz e Diniz, 2023). Como resultado, entre os anos de 2001 e 2010 ocorreu uma expansão de 110,1% dos cursos de graduação, possibilitando a criação de 29.507 novas vagas, e promovendo, 6.379.299 de matrículas. Em relação à pós-graduação, o total de matrículas, atingiram-se 173.408 nesse mesmo intervalo (INEP, 2010; MEC, 2012).

Nesse período, foi também registrado um aumento significativo na proporção do consumo público destinado à educação. Entre 2010 e 2015, essa participação saiu de 19,9% para 23,9% ¹⁰. No entanto, entre 2018 e 2021, essa proporção começou a apresentar uma tendência de queda, reduzindo-se de 24,1% para 23,3% (IBGE, 2024). Em conjunto a esse ambiente, as propostas de Emenda à Constituição n.º 241 e n.º 55 de 2016, que após tramitação na Câmara dos Deputados se transformou em Emenda Constitucional n.º 95/2016 destacou que, o consumo do Governo com educação ficariam ainda mais restritiva, através de certos limites de gastos/consumos, e sua durabilidade seria de até vinte anos, a saber até 2036 (Mariano, 2017; Rossi *et al.*, 2019; Diniz e Diniz, 2023).

A Emenda previa que o consumo com educação em 2017 corresponderia a 18% da Receita Líquida Corrente (RLC). Após esse ano, os recursos seriam estabelecidos como o piso de 2017, ajustado pela inflação. Em outras palavras, os investimentos seriam congelados no valor correspondente ao ano de 2017, corrigido pelo índice inflacionário (Rossi *et al.*, 2019). Porém, essa regra começou a ter maior relevância nesse setor a partir de 2018 (Diniz e Diniz, 2023). Somente em 2019, o Brasil já tinha perdido R\$ 32,6 bilhões para o “teto de gastos” (Pyl, 2020). Da mesma forma, desde a sua criação até

¹⁰ Participação calculada a partir da razão entre a produção do setor de educação pública e a produção total da economia, ambos avaliados a preços correntes.

o ano de 2021, o setor de educação deixou de arrecadar R\$ 74 bilhões de recursos (Caetano, 2023).

Em 2013, conjuntamente a Capes e CNPq representavam quase 40% do total do orçamento direcionado para produção científica no país (De Negri, 2021). Contudo, com a queda dos recursos direcionados a Educação, essas agências de fomento de pesquisas reduziram sua participação com bolsas de pós-graduação (mestrado e doutorado) (Diniz e Diniz, 2023). Com isso, a trajetória de titulação na pós-graduação caiu, provocando baixos níveis de publicações científicas (Diniz e Diniz, 2023). No ano de 2018, na pós-graduação menos de 1% dos indivíduos na faixa etária entre 25 e 64 anos de idades possuíam mestrado, enquanto nos países da OCDE essa porcentagem era de 13%; já com relação ao doutorado, a média do Brasil era 0,2%, significativamente inferior à média das nações membros da OCDE, que atingiu 1,1%, com diferença para a Eslovênia, que apresentou o maior percentual, 3,8% (OCDE, 2019; DIEESE, 2017).

Esses resultados foram contrários as metas do Plano Nacional de Educação - PNE (2014)¹¹, que por meio da Meta 14¹² tinha como propósito elevar o número de matrículas na pós-graduação, de modo que esta representação anual fosse de 60 mil mestres e de 25 mil doutores. A finalidade dessa proposta estava baseada na formação de profissionais altamente qualificados para desenvolver uma economia fundamentada no conhecimento, e dessa forma, fomentar o crescimento econômico do Brasil (MEC, 2014). Diante dessa limitação, durante o intervalo de 2018 e 2019, o órgão teve seu orçamento reduzido em 33%, saindo de R\$800 milhões em 2018 para aproximadamente R\$ 533 milhões em 2019, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, 2019), e caindo ainda mais em 2020, onde chegou a 28% em relação ao período de 2018 (De Negri, 2021).

A pressão orçamentária do Governo teve um efeito negativo sobre o consumo público com a Educação, comprometendo os níveis de recursos direcionados à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Diniz e Diniz, 2023), dificultando, dessa forma, os esforços dessas instituições para sustentar e expandir suas atividades de pesquisa (Afonso e St. Aubyn, 2019). Conforme a nova série do Sistema de Contas Nacionais do Brasil

¹¹ O Plano Nacional de Educação (PNE) determina diretrizes, metas e estratégias para a política educacional durante os anos de 2014 a 2024.

¹² A meta 14 do PNE estava vinculada a pós-graduação, cujo objetivo é elevar o número de títulos (mestres e doutores) anualmente.

(IBGE,2015)¹³ as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são tratadas como ativos fixos, cujas despesas são definidas como investimentos nas atividades setoriais produtivas (Hong *et al.*, 2014; IBGE, 2015; Zawalińska *et al.*, 2018). Essas despesas são contabilizadas como parte da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF)¹⁴.

Destarte, o Manual das contas Nacionais da Organização das Nações Unidas (ONU, 2009) define a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) como o valor atribuído aos insumos fixos da economia, como máquinas e equipamentos, que são utilizados continuamente no processo produtivo por mais de um ano. Ademais, a FBCF também abrange ativos de propriedade intelectual, incluindo Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (IBGE,2015; BNDES, 2024). Uma abordagem para analisar seu impacto na economia é sob a ótica da demanda, ou seja, dos agentes que realizam esse tipo de investimento (BNDES, 2023). Esse desmembramento inclui os gastos do setor privado (P&D privado) e do setor governamental (P&D governamental) (IBGE, 2015).

Os gastos privados estão associados aos setores onde suas atividades internas se concentram em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), e cuja característica são de atividades mercantis. Esse consumo, estão diretamente relacionadas as despesas com pessoal empregado, custos operacionais e investimentos em capital destinado para P&D, (IBGE,2015). Por outro lado, a produção do Governo está associada às atividades econômicas da Educação Pública, Saúde Pública e Administração Pública e Seguridade Social¹⁵. Embora sejam atividades não-mercantis, elas estão diretamente envolvidas na geração de conhecimento (Betarelli Junior *et al.*, 2020), o que implica que todo investimento nesse setor é destinado à Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) (IBGE, 2015), uma vez que a P&D é seu principal insumo produtivo.

No setor de Saúde Pública, a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) desempenha um papel crucial na inovação e competitividade. Embora seja considerada a essência da competição, na saúde, P&D possui um caráter latente, além de gerar externalidades positivas (Gadelha, 2003; Gadelha *et al.*, 2012; Rocha e Schneider, 2018; Motta,

¹³ A Nova série do Sistema de Contas Nacionais do Brasil é referente ao ano de 2010 (IBGE,2025).

¹⁴ Os demais insumos são direcionados para outra conta, como exemplo, os insumos intermediários (CI) (IBGE,2015).

¹⁵ A produção do Governo é calculada em três atividades e três produtos: Educação Pública, Saúde Pública e Administração Pública e Seguridade Social (Administração Geral, Defesa, Justiça, Segurança etc.). (IBGE,2013).

Albuquerque e Cassiolato, 2020). Esses fatores combinados despertam significativos interesses econômicos nesse setor (Andrade, 2012).

Essa atividade é considerada como um dos mercados mais dinâmicos do sistema produtivo. De um lado, promove efeitos positivos nos níveis de bem-estar social, impactando a função de utilidades dos indivíduos pelo aumento do consumo de bens e serviços (Andrade *et al.*, 2011; Motta *et al.*, 2017). Por outro lado, influencia o crescimento econômico, dado que melhora a capacidade produtiva do capital humano, definindo a eficiência individual e agregada da economia (Bloom, Canning e Sevilla, 2001). Além disso, também possui características que ajudam a explicar suas interações setoriais no sistema econômico.

Como destacam Andrade *et al.* (2011), a prestação de serviços de saúde apresenta dinâmicas distintas segundo o nível de complexidade. Enquanto os atendimentos de baixa e média complexidade possuem forte apelo local e alta intensidade de trabalho, os serviços de alta complexidade e a indústria farmoquímica dependem de maior densidade tecnológica e de conexões com o mercado externo para a aquisição de insumos e equipamentos.

Em vista disso, é reconhecida como uma das atividades mais importantes no contexto de inovações tecnológicas, respondendo por quase 20% dos gastos mundiais com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Gadelha, Costa e Maldonado, 2012). Em 2005, as atividades mundiais de P&D tanto pública quanto privada em saúde representaram 22% (Giovanella *et al.*, 2012). Além disso, por ser um setor com alta oferta de mão de obra especializada (médicos, farmacêuticos, entre outros) é apresentada como um segmento de geração de conhecimento (Andrade *et al.*, 2011; Gadelha *et al.*, 2012; Tomassini *et al.*, 2019).

Ademais, essa atividade é definida por três segmentos produtivos: (i) indústria farmacêutica, caracterizada como um oligopólio baseada em ciência e tecnologia, em que a diferenciação de produtos e a obtenção de renda oriunda de proteção patentária são suas principais estratégias. Em média as indústrias desse segmento investem 15% de suas receitas com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Por se comportar como um setor dinâmico, cuja competitividade se baseia no uso intensivo de ciência e tecnologia, seus produtos incorporam progresso técnico no sistema econômico (Reis, Barbosa e Pimentel, 2016); (ii) atividades de equipamentos; (iii) segmento de serviços em saúde, que prestam

serviços de saúde à sociedade e, se encaixa como uma área que grande parte de seus níveis de empregos requer capital humano altamente qualificados (Reis, Barbosa e Pimentel, 2016).

Essas três divisões, especificadamente, formam o Complexo Econômico-Industrial de Saúde (CEIS) no Brasil. Em particular, o dinamismo desse complexo é observado via atividades econômicas interligadas, com interações de compra e venda de bens e serviços. Entretanto, essa ligação ocorre mediante suas cadeias produtivas, que envolvem, por exemplo, as áreas de equipamentos e medicamentos. Logo, por serem grupos intensivos em Ciência, Tecnologia e Informação (CT&I), necessitam de elevados investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) tanto de ordem pública quanto privada (Fernandes, Gadelha e Maldonado, 2021; Gadelha, Costa e Maldonado, 2012).

Além disso, o setor de saúde na economia brasileira possui uma interdependência com o mercado externo (Andrade *et al.*, 2011), criando vulnerabilidade da base produtiva e tecnológica desse segmento (Fundação Oswaldo Cruz, 2012). Entre as fragilidades, destaca-se a baixa inserção dessa atividade no cenário mundial, dada a sua incapacidade de especialização em produtos com alto teor tecnológico. Este contexto é marcado pela conjuntura nacional de baixa geração de conhecimento dada a pouca intensidade de P&D (Fundação Oswaldo Cruz, 2012). Ainda, esse ponto é destacado pela baixa presença de empresas nacionais (setor privado) na capacidade de inovação do país, uma vez que os insumos utilizados nesse setor (farmacêuticos e tecnológicos) estão fortemente vinculados ao mercado internacional, revelando a notável dependência do país em relação aos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de origem estrangeira (Fernandes, Gadelha e Maldonado, 2021).

Entre os componentes importados, os Insumos Farmacêuticos Ativos (IFA) se destacam como as principais matérias-primas adquiridas do exterior. Em 2008, por exemplo, o valor das importações desses insumos foi de R\$ 7,13 bilhões (OPAS/OMS, 2024)¹⁶. Já entre os anos de 2009 e 2021, esses componentes tiveram um crescimento médio de 1,5 a.a., representando 23,8% dos produtos importados, conforme indicado no Boletim Econômico da Aliança Brasileira da Indústria Inovadora em Saúde, (ABIIS, 2022).

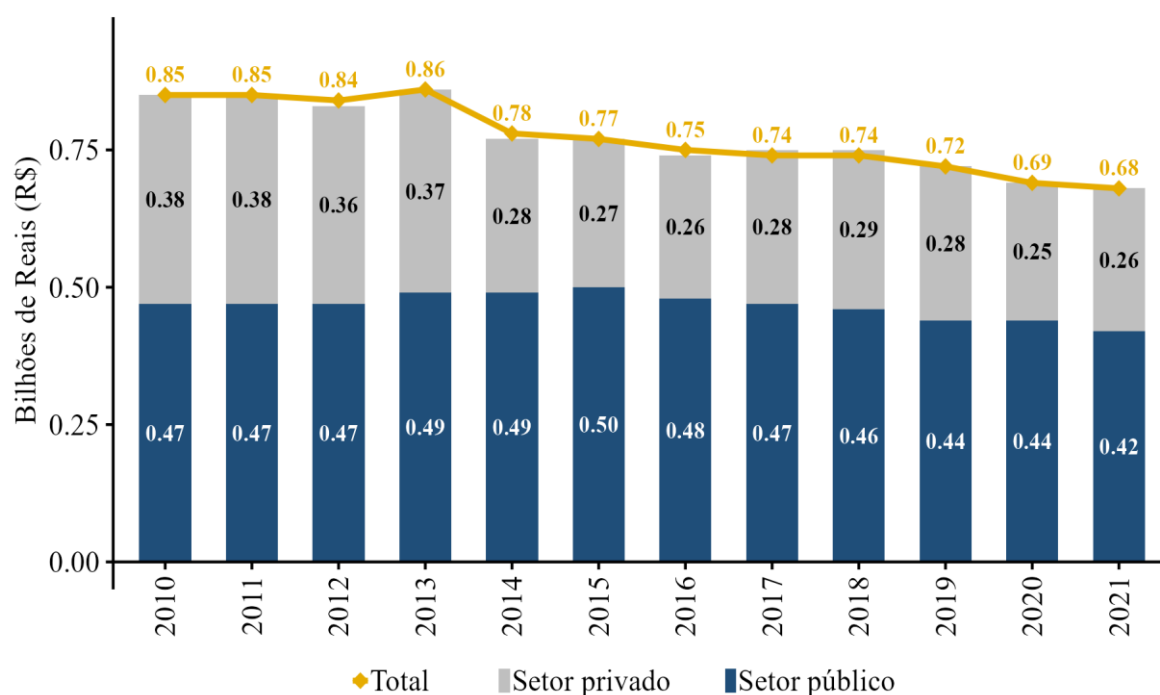
¹⁶ Organização Pan-Americana de Saúde/Organização Mundial de Saúde.

Nessas condições, é importante destacar que os países desenvolvam sua própria capacidade interna de inovação, ou seja, que invistam em P&D, de modo que, consigam capacitar seus agentes para que novos produtos e novos processos sejam implementados sem a necessidade de apoio externo ou importação (Carrara e Ferreira, 2024). Nesse sentido, nos países da vanguarda tecnológica, o setor privado tem assumido um papel central na intensidade¹⁷ de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Roncaratti, 2019; De Negri, 2022). Nesses países, esse tipo de investimento continua crescente variando entre 2% e 3% do PIB. Por exemplo, somente em 2015, a Coreia do Sul, Japão, Alemanha e os Estados Unidos investiram em média 3,07%, 2,78%, 2,04% e 1,90% do PIB em P&D privado, respectivamente. Por outro lado, a participação pública nesses mesmos países situou-se abaixo de 1%, sendo 0,96% para a Coreia do Sul, 0,56% para o Japão, 0,84% para a Alemanha e 0,80% para os EUA (Tenório, Mello e Viana, 2016).

Ao contrário desses países, no Brasil, conforme o Gráfico 1, os valores da intensidade de P&D são baixos¹⁸, e diferentemente deles a maior parcela é oriundo do setor público. Em 2015, em particular, o setor público investiu 0,50% da intensidade em P&D, enquanto o setor privado alocou apenas 0,27%. Isso representa uma diferença de aproximadamente 85,19% a mais na intensidade de P&D por parte do setor público. A insuficiência de inovação do setor privado está diretamente relacionado a escassa participação de setores intensivos em tecnologias, como os eletrônicos e farmacêuticos (Brigante, 2018). Além disso, na economia brasileira, a inovação tecnológica está mais atrelada a compra de máquinas e equipamentos, ao passo que, os países que estão na fronteira tecnológica por possuírem uma estrutura mais sólida, devido a um maior nível de tecnologia disponível, conseguem realizar inovações apenas com o aprimoramento do uso das tecnologias já existentes, sem necessariamente renovar suas máquinas e equipamentos (De Negri, 2022).

¹⁷ O Indicador da intensidade de P&D é definido pelo Gasto Doméstico de P&D como percentual do PIB. Ele pode ser dividido entre os gastos domésticos de P&D do setor público e privado (Brigante, 2018).

¹⁸ A intensidade de P&D caracteriza os níveis de esforços tecnológicos de cada país, valores altos implica em altos esforços, e baixos pouco esforço tecnológico (Brigante, 2018).

Gráfico 1 – Intensidade de P&D do Setor Público e Privado (% PIB)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do SCN do IBGE (2023).

Nota: Participação (%) calculada a partir da razão entre os valores de investimentos público e privado em P&D e PIB, ambos avaliados a preço constante de 2010.

Embora o Brasil tenha apresentado uma contribuição inferior a 1% na intensidade de P&D em todos os períodos 2010 a 2021 (Gráfico 1), os anos de 2010 e 2013 se destacaram por uma trajetória que, embora tenha se mantido na condição, foi superior à dos anos subsequentes. Nesses anos, esse indicador cresceu de forma regular e consistente, (Marques, 2019), sendo de 0,85% (2010), 0,85% (2011), 0,84% (2012) e 0,86% (2013), porém, ainda representava uma pequena parcela do PIB, principalmente quando comparados aos países citados (Tenório, Mello e Viana, 2016; Carrara e Ferreira, 2024). Além disso, nesses períodos ambas as participações dos setores públicos e privados eram significativamente maiores. A literatura aponta que, a participação dos investimentos de P&D do setor privado depende diretamente da contribuição/ participação do setor público (De Negri, *et al.*, 2020;2022). Em geral, esse apoio ocorre mediante incentivos fiscais, estimulando empresas de diversos setores econômicos a desenvolverem projetos de P&D (Betarelli Junior *et al.*, 2020).

Contudo, entre os anos de 2016 e 2021 (Gráfico 1), observa-se uma reversão desse ciclo de crescimento para ambos os setores, principalmente no setor privado. De fato, o

resultado da Pintec de 2017 revela uma queda na taxa de inovação entre as empresas nesse período. Durante o triênio de 2015-2017, apenas 33,6% das empresas da economia brasileira eram inovadoras, uma porcentagem inferior à registrada no triênio de 2012-2014, quando 36,0% dessas empresas eram consideradas inovadoras no país (De Negri, *et al.*, 2020). Ainda nesses períodos, em especial 2016 o dispêndio nacional de P&D foi de 0,75% do PIB, abaixo dos 0,77% obtido em 2015.

Em termos de valores monetários houve uma queda de um ano para o outro de 9% sendo de R\$ 50,6 em 2015 para R\$ 46,5 bilhões em 2016 (IBGE, 2023). Ademais, esse cenário foi marcado por deterioração de indicadores macroeconômicos e diminuição do dinamismo do orçamento da administração pública (IBGE, 2015). De acordo com o Sistema de Contas Nacionais (IBGE, 2023), os cortes orçamentários no setor público com investimentos de P&D levaram a uma redução de aproximadamente 8,34%¹⁹, com as despesas caindo de R\$ 19.285 bilhões em 2016 para R\$ 17.675 bilhões em 2021.

Ainda em 2016, o PIB brasileiro recuou 3,6% (IBGE, 2016). Por sua vez, entre 2017 e 2019 a economia brasileira registrou uma variação modesta no PIB, com crescimento em torno de 1% (DIEESE, 2019). Durante esse período, o país também enfrentou uma diminuição nos investimentos produtivos. Em 2018, a taxa da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) foi de aproximadamente 15,8% do PIB, enquanto a taxa média global foi de 26,2% do PIB (DIEESE, 2019). Além disso, a economia brasileira foi marcada pelo contexto atípico da pandemia da COVID-19 no ano de 2020, que desencadeou uma retração de 3,3% do PIB (IBGE, 2020).

Nessa circunstância, a intensidade total em P&D caiu de 0,85% para 0,68% do PIB entre 2010 e 2021, representando uma redução acumulada de 0,17 pontos percentuais (Gráfico 1). Comparativamente, enquanto a intensidade de P&D no país caía, em outros países essa variação aumentava, passando de 2,2% em 2010 para 2,7% em 2021 (BNDES, 2023). Diante desse contexto geral de queda, o setor público registrou uma redução na intensidade de P&D, de 0,05 pontos percentuais, enquanto o setor privado apresentou um corte mais acentuado, de 0,12 pontos percentuais. Apesar desse recuo, a participação do setor público aumentou para 6% na composição do núcleo tecnológico do país durante todo o período de análise (IBGE, 2023).

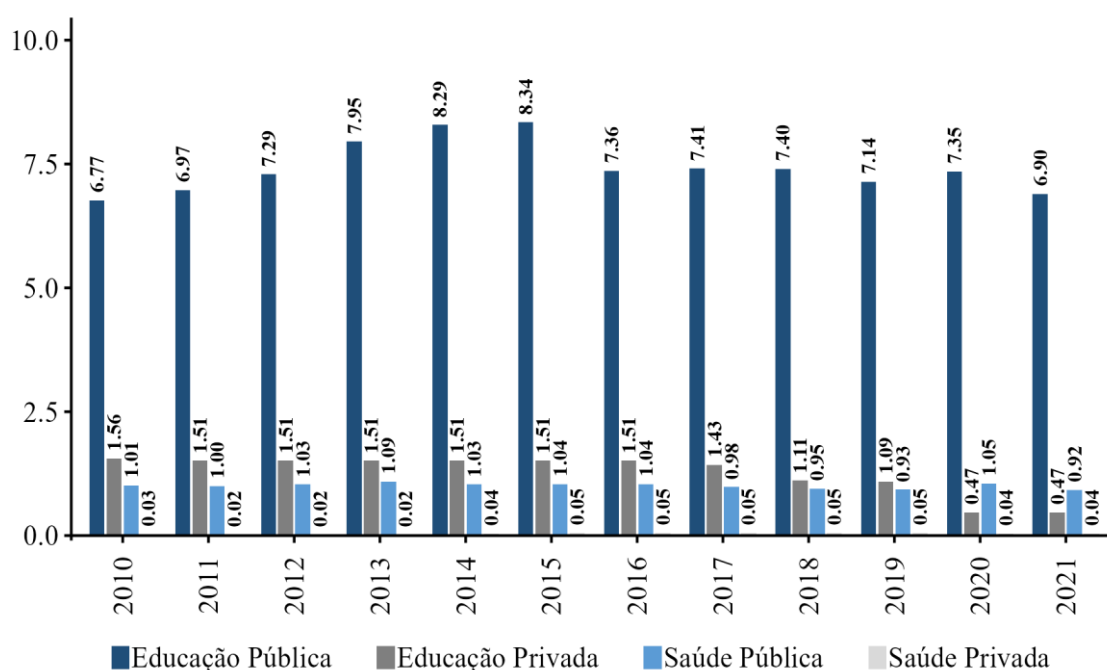
¹⁹ Os valores foram calculados a preços constantes de 2010.

No que tange à participação da Produção de P&D em relação ao Valor Bruto de Produção (VBP) nos setores de Educação e Saúde, tanto pública quanto privada²⁰, observa-se um crescimento na produção de P&D no setor de Educação Pública, que saiu de 6,77%²¹ em 2010 para 8,34% em 2015, conforme demonstrado no Gráfico 2. Ainda nesse intervalo, do total de R\$ 159,7 bilhões produzidos pela Educação Pública em 2010, R\$ 10,8 bilhões foram alocados para P&D, representando uma participação de 6,77%. Isso significa que, para cada R\$1 milhão de valor bruto produzido pelo setor em termos reais, foram investidos R\$ 67,7 mil em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Além disso, esse ciclo também corresponde com expansão de políticas federais de educação, que abrange um conjunto de esforços, entre eles a ampliação do acesso às universidades, com o programa Reuni, assim como, ampliação de investimentos públicos em educação (Costa *et al.*, 2021), bem como com o aumento dos investimentos do Governo em programas sociais.

Dentre os programas, o Plano Nacional de Educação (PNE), por meio de suas 20 metas estabelecidas, tinha como objetivo melhorar a educação brasileira. A Meta 13 buscava elevar a qualidade da educação por meio do melhor desempenho dos estudantes, aumento do processo de ensino, pesquisa e extensão, gestão das instituições e o aumento do corpo docente com titulação de mestres e doutores, com ênfase para a expansão de doutores, visando à maior capacitação e qualificação do capital humano (PNE, 2014). A partir dessa proposta, o Censo da Educação Superior (CenSup) relatou uma expansão de titulação do corpo docente com doutorado nas instituições públicas, saltando de 33,9% em 2001 para 50% em 2010. Por outro lado, o corpo docente com mestrado mostrou-se um leve aumento, saindo de 30,2% em 2001 para 30,4% em 2010 (PNE, 2014).

²⁰ A participação da Produção de P&D em relação ao Valor Bruto de Produção (VBP) setorial se refere à proporção do VBP que os setores de educação e saúde, tanto pública quanto privada destinaram à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

²¹ Embora a participação de 6,77% possa parecer modesta, é importante notar que o setor de educação pública aloca seus recursos em uma variedade de produtos (por exemplo, livros, cadernos, entre outros).

Gráfico 2 – Participação Setorial em relação a produção de P&D (%)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do SCN do IBGE (2023).

Nota: Participação (%) calculada a partir da razão entre os valores da produção de P&D e VBP, ambos avaliados a preço constante de 2010.

Apesar desse comportamento favorável, a partir de 2016 a participação de P&D no Valor Bruto da Produção (VBP) da Educação Pública começou a declinar gradualmente até 2021. Esse declínio acompanhou a redução no VBP total da Educação Pública, diminuindo de R\$ 152,03 bilhões em 2016 para R\$ 147,27 bilhões em 2021 (IBGE, 2023). No entanto, apesar da tendência geral de queda, em 2021 em termos percentuais tanto a participação da produção de P&D quanto o VBP da atividade de Educação Pública apresentaram aumentos percentuais. A participação de P&D voltou a crescer em 0,12% e os demais produtos em 6,67% (IBGE, 2023).

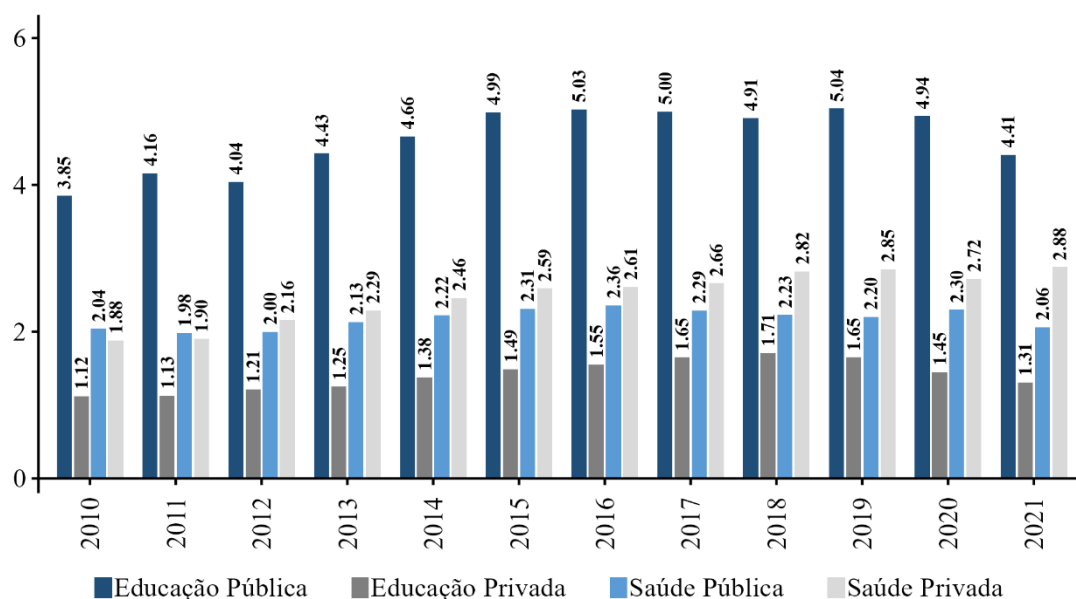
Em contrapartida, o setor de Educação Privada manteve uma participação menor, mas estável, variando de 1,56% em 2010 para 1,51% em 2015, com uma média de 1,52%. Embora essa participação seja baixa, ela é superior à média geral de 1,26% (2010 a 2021), destacando a baixa participação desse setor para a produção de P&D. Conforme o relatório do PNE (2014) a atividade privada de educação possui grande parte do seu corpo docente com titulação à nível de mestrado, que em 2012 representava 45,4% e o doutorado, apenas 17,6%, um percentual bem abaixo das instituições públicas. Ou seja, as instituições de ensino superior pública em seu conjunto já atendia o objetivo

estabelecido pela Meta 13 (PNE, 2014). Além disso, do total que esse setor destinou a P&D, essa parcela correspondeu a apenas 1,56%, refletindo um valor de apenas R\$ 15,6 mil para sua produção (IBGE, 2023).

No que diz respeito aos setores de Saúde Pública e Privada, observa-se também no Gráfico 2 que a participação da produção de P&D no setor público apresentou um crescimento gradual e comparativamente maior que a do setor privado, saindo de 1,01% em 2010 para 1,09% em 2013. Em contraste, a participação do setor privado foi de 0,03% em 2010 e 0,02% em 2013. No entanto, esse crescimento não foi sustentado e a partir de 2013 houve uma leve queda na participação de P&D. Apesar disso, em 2020 foi observado um aumento notável em relação aos períodos anteriores, alcançando 1,05%. Do total de R\$112,036 bilhões produzidos pelo setor de saúde pública, R\$1,174 bilhões foram direcionados para a produção de P&D (IBGE, 2023).

Esse crescimento está em conjunto com o reflexo de políticas públicas voltadas para pesquisa e inovação, especialmente no contexto da COVID-19. Esse fenômeno levou muitos pesquisadores a reconhecerem a importância da pesquisa e da inovação para superar os desafios implementados pela crise sanitária. Dentre as principais recomendações, destacaram-se as áreas consideradas prioritárias de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), englobando desde aspectos clínicos, vacinas e até mesmo medidas para minimizar impactos econômicos no país (De Negri e Koeller, 2020).

Embora a produção de P&D na atividade de Educação Pública tenha alcançado resultados notáveis em 2015, esse setor teve um impacto ainda maior na economia brasileira em 2019, especialmente quando se considera o Valor Adicionado Bruto Nacional (VAB) a preços constantes de 2010. Conforme o Gráfico 3, o setor contribuiu com R\$ 5,04 milhões para a economia. Além disso, em 2019, o número de empregos no setor foi de 4,10 mil, representando uma parcela significativa do total de trabalhadores no país (IBGE, 2023). Ou seja, para cada R\$ 1 milhão do que foi produzido pelo setor, foram criados 4,10 mil novos empregos formais. Por outro lado, o setor de Saúde Pública não apresentou um aumento significativo em termos de Valor Adicionado em comparação com a Saúde Privada.

Gráfico 3 – Participação setorial (%) no Valor Adicionado Nacional

Fonte: Elaboração própria com base em dados do SCN do IBGE (2023).

Apesar de ter demonstrado crescimento marginal entre os anos de 2010 e 2012, o setor de Saúde Privada apresentou uma parcela significativa nos anos seguintes. Em particular, o ano de 2021, onde o segmento contribuiu com R\$ 2,88 milhões para a economia brasileira e criou 3,72 mil novos empregos. Considerando o intervalo completo de 2010 a 2021, esse setor criou 2,94 mil novos postos de trabalho, enquanto o setor de Saúde Pública contribuiu com apenas 1,93 mil empregos diretos (IBGE, 2023).

No que tange a contribuição de alguns dos principais indicadores econômicos para a importância relativa das atividades de Educação e Saúde Pública e Privada para a capacidade produtiva do país, a Tabela 1 demonstra que o Valor Bruto da Produção (VBP) da Educação Pública e da Saúde Privada, em relação ao Valor Bruto da Produção (VBP) nacional, supera a participação relativa dos setores de Educação Privada e Saúde Pública. Notadamente, entre 2010 e 2021, a Educação Pública contribuiu com 2,20%, indicando que, para cada R\$ 1 milhão do que produzido de bens e serviços na economia brasileira, esse segmento contribuiu com R\$ 22 mil do seu VBP para o VBP nacional. Por sua vez, a Saúde Privada representou 2,14%, correspondendo a R\$ 21,4 mil para cada R\$ 1 milhão do total de produção de bens e serviços na economia.

Destarte, os setores de Educação e Saúde Pública desempenham um papel significativo no total investido em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no país (Tabela 1). Isso é evidenciado pela participação de cada atividade (P&D setorial) em relação ao esforço nacional (P&D nacional). Somente entre os anos de 2010 e 2021, a Educação Pública direcionou 33,09% dos seus recursos para P&D. Esse resultado reflete a importância desse segmento produtivo na criação do Capital de Conhecimento no país, principalmente quando comparado ao setor privado de Educação, que possui uma representação de apenas 2,50%. Por sua vez, a Saúde Pública obteve uma parcela de 3,50% que, apesar de ser inferior à Educação, mostra-se significativa quando comparado à participação dessa área no setor privado, que foi apenas 0,14%.

No que se refere a importância dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nos setores de Educação e Saúde Pública, é essencial considerar não apenas a participação de ambos na P&D nacional, mas também como esses investimentos se relacionam com os gastos/consumos totais do Governo. Como ilustrado no Gráfico 4, do que o Governo gastou/consumiu com Educação Pública em 2010, 7,32% foi alocado para atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Isso significa que, para cada R\$ 1 milhão gasto nesse setor, R\$ 73,2 mil foram direcionados para P&D. De maneira semelhante, ao considerar os investimentos em Saúde Pública, observa-se que, nesse mesmo ano, 1,05% dos recursos Governamentais destinados a esse setor foram aplicados em P&D.

O Gráfico 4 revela também que, após 2010, os investimentos de P&D por ambas as atividades cresceram de forma contínua até atingir seu ápice em 2014. Esse aumento reflete o compromisso do Governo em promover Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) nesses segmentos produtivos. No entanto, a partir de 2015, essa participação começa a diminuir. Em 2021, a proporção desse investimento na Educação Pública foi de apenas 3,59%, e na Saúde Pública foi 0,69%. Esse declínio está associado a um contexto econômico e político adverso, que resultou em restrições orçamentárias e cortes no consumo do Governo.

Tabela 1 – Contribuição e Importância Relativa dos setores de Educação e Saúde Pública no Brasil (Part. %)

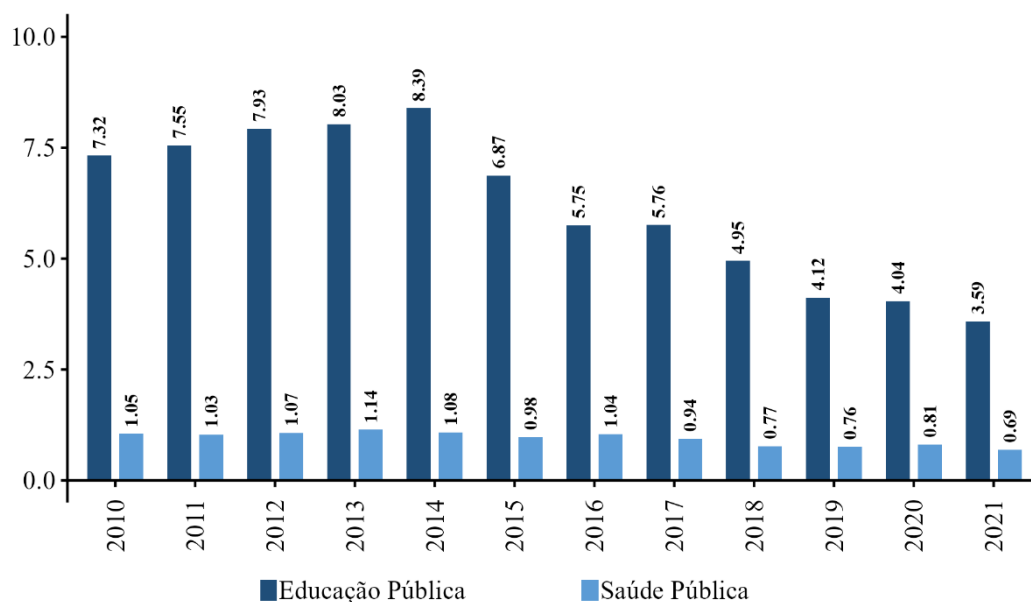
Setores e Indicadores	2010 – 2013	2014 – 2017	2018 – 2021	2010 – 2021
<i>Educação Pública</i>				
VBP / VBP nacional	2.27	2.21	2.11	2.20
VA / VA nacional	3.64	3.52	3.36	3.51
P&D / P&D nacional	30.94	35.99	34.17	33.59
P&D / PIB	0.28	0.29	0.26	0.28
Ocupação / Ocupação nacional	3.95	4.09	4.16	4.07
Despesa / Despesa total do Governo	18.95	17.83	17.42	18.06
Despesa / PIB	3.55	3.40	3.27	3.41
<i>Educação Privada</i>				
VBP / VBP nacional	0.88	1.01	1.01	0.97
VA / VA nacional	1.14	1.28	1.27	1.23
P&D / P&D nacional	2.53	3.13	1.79	2.50
P&D / PIB	0.02	0.03	0.01	0.02
Ocupação / Ocupação nacional	2.12	2.45	2.70	2.43
<i>Saúde Pública</i>				
VBP / VBP nacional	1.56	1.75	1.78	1.69
VA / VA nacional	2.04	2.28	2.29	2.20
P&D / P&D nacional	3.03	3.70	3.83	3.50
P&D / PIB	0.03	0.03	0.03	0.03
Ocupação / Ocupação nacional	1.65	1.93	2.21	1.93
Despesa / Despesa total do Governo	13.65	14.92	15.44	14.68
Despesa / PIB	2.56	2.85	2.90	2.77
<i>Saúde Privada</i>				
VBP / VBP nacional	1.70	1.81	1.91	1.81
VA / VA nacional	1.85	1.87	1.94	1.89
P&D / P&D nacional	0.07	0.17	0.19	0.14
P&D / PIB	0.00	0.00	0.00	0.00
Ocupação / Ocupação nacional	2.41	2.92	3.47	2.94
<i>Indicadores Macroeconômico</i>				
Inv. P&D / PIB	0.85	0.76	0.71	0.77
Inv. P&D / FBCF	4.04	4.27	4.10	4.13
Gasto do Governo / PIB	18.73	19.08	18.75	18.85
Produção de P&D / Produção nacional	0.53	0.48	0.45	0.49

Fonte: Elaboração própria com base em dados do SCN do IBGE (2023).

Com base no panorama apresentado, a importância dos setores públicos de Educação e Saúde para os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e sua contribuição para o fortalecimento do núcleo tecnológico do país tornam-se evidentes. Conforme os dados do Sistema de Contas Nacionais (IBGE, 2023) entre os anos de 2015 a 2021 a maior parcela do P&D público advém desses setores. Por exemplo, em 2015, do total de R\$ 47,6 bilhões investidos em P&D no Brasil, o setor público foi responsável por R\$ 31,6 bilhões. Desses, R\$ 18,8 bilhões foram alocados para a Educação Pública, o que representa 59,56% do total investido pelo setor público. Em contraste, a Saúde Pública investiu R\$ 1,74 bilhões no mesmo período, correspondendo a apenas 5,53% do total público. Contudo, apesar dessas diferenças, conjuntamente a Educação e a Saúde Pública

representam 65,10% do total aplicado pelo setor público em P&D, revelando uma significativa participação dentro do núcleo tecnológico brasileiro (IBGE,2023).

Gráfico 4 – Participação dos Gastos do Governo e da Produção de P&D por Setor



Fonte: Elaboração própria com base em dados do SCN do IBGE (2023).

Nota: A participação (%) é calculada a partir da razão entre os valores da produção de P&D e VBP do setor de educação e saúde públicos, ambos avaliados a preço constante de 2010.

Simultaneamente à análise anterior, foi realizada uma avaliação complementar da importância dessas atividades para a economia brasileira. Para isso, utilizou-se a matriz de insumo-produto do IBGE (2015), que abrange 67 setores e 127 produtos. Dessas 67 atividades econômicas, duas fazem parte dos serviços públicos, são elas: Educação e Saúde. A análise baseou-se em três indicadores construídos à partir da formulação desenvolvida por Miller e Blair (2009), são eles: *i*) multiplicadores de produção; *ii*) índices de interligação para frente e para trás; e *iii*) setor-chave.

Os multiplicadores de produção apresentados na Figura 2, é uma técnica oriunda da matriz de insumo-produto que capturam os efeitos direto e indireto ²²sobre a produção total da economia decorrente de uma variação monetária de um setor específico (Miller e Blair, 2009). Isso ocorre porque, quando há um crescimento em um setor devido a um choque exógeno, há impacto direto sobre a produção desse setor, que se expande, gerando

²² Esses impactos são captados com o uso da inversa de Leontief (Andrade *et al.*, 2011).

um efeito de crescimento imediato. Além disso, como ele passa a demandar mais insumos de outros segmentos, também se observa um efeito indireto sobre essas atividades. Esses setores, ao precisarem fornecer mais insumos para o setor em crescimento, também são impulsionados a expandir para atender à demanda, gerando assim um efeito multiplicador indireto (Andrade *et al.*, 2011).

Dessa forma, um choque exógeno nos setores econômicos da economia brasileira durante o período analisado resultou em um efeito multiplicador entre 1,109 (mínimo) e 2,508 (máximo), sendo a média igual a 1,858²³. Com base nisso, para identificar o resultados dos multiplicadores dos setores públicos de educação e saúde a partir desse choque, essas atividades foram apresentadas na Figura 2 como sendo: C128 – Educação Pública e C130 – Saúde Pública²⁴.

Diante disso, observa-se que os multiplicadores de produção desses segmentos econômicos apresentaram valores abaixo da média de 1,858 das demais áreas econômicas, sendo de 1,242 para Educação Pública e 1,464 para Saúde Pública. Esses fatos mostram que, embora ambos os setores causem impacto na economia, esse impacto é menor do que o observado em outros segmentos produtivos. Devido ao fato de serem serviços gratuitos, não possuem valor de mercado para sua produção (Holguin, 2021), e grande parte dessa produção é considerada despesa em forma de consumo pela demanda final do governo²⁵, sendo consumida diretamente por seus usuários de saúde e de educação, sem a necessidade de consumir insumos de outros setores. O financiamento desses serviços é feito pelo governo (Cabral e Perobelli, 2012; Holguin, 2021). Além disso, a maior parte dos insumos utilizados na fabricação de medicamentos para o setor público de saúde é importada (Andrade *et al.*, 2011; Cabral e Perobelli, 2012; Gonçalves e Simões, 2005), o que reduz a participação do setor no efeito multiplicador em relação aos demais setores produtivos na economia do país.

Associados aos multiplicadores de produção, são também apresentados as ligações para frente, para trás e setores-chave que permite observar as interações entre os setores no

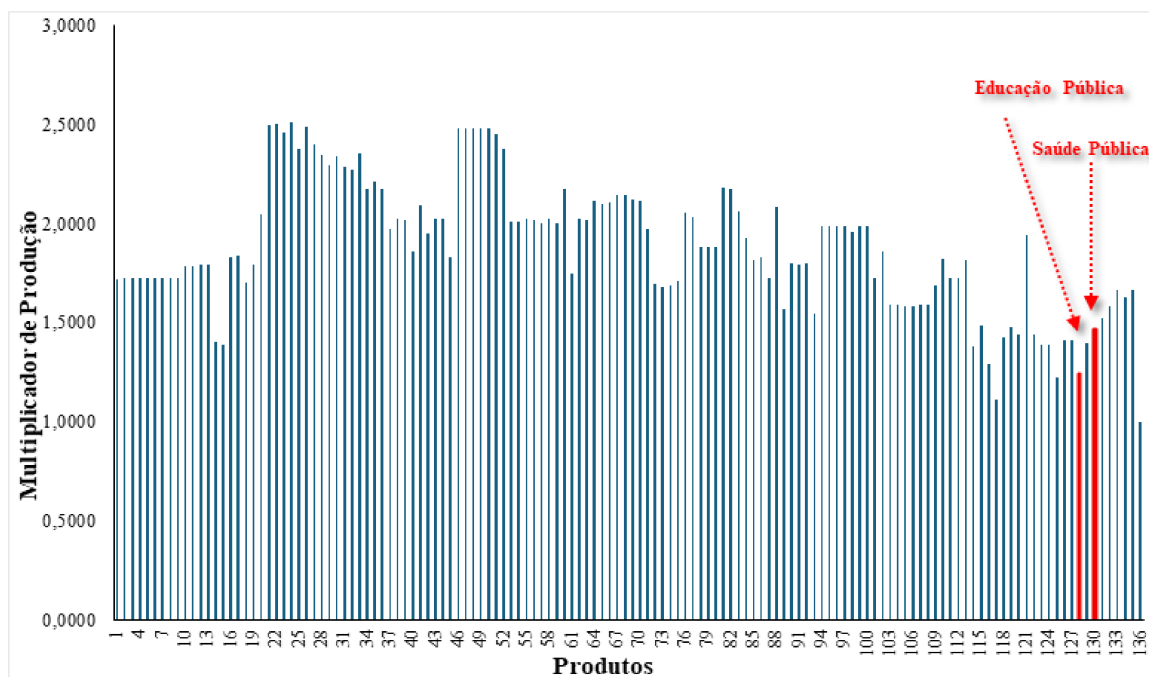
²³ Para cada setor econômico, é gerado um multiplicador de produção, no qual são captados os resultados mínimo e máximo. Em seguida, calcula-se a média de todos os valores obtidos, estabelecendo assim valores de referência que permitem analisar o multiplicador de um setor em comparação com os demais.

²⁴ No Anexo A estão os códigos dos bens/setores da matriz de insumo-produto (2015).

²⁵ Nas Contas Nacionais a produção de saúde pública é considerada como despesa de consumo final do governo (Holguin, 2021).

que tange tanto à oferta quanto a demanda dos insumos intermediários. Desta forma, são considerados setores-chave aqueles que possuem ligações acima da média, tanto na compra, quanto na venda de sua produção para o restante da economia doméstica (Miller e Blair 2009).

Figura 2 – Multiplicador de Produção



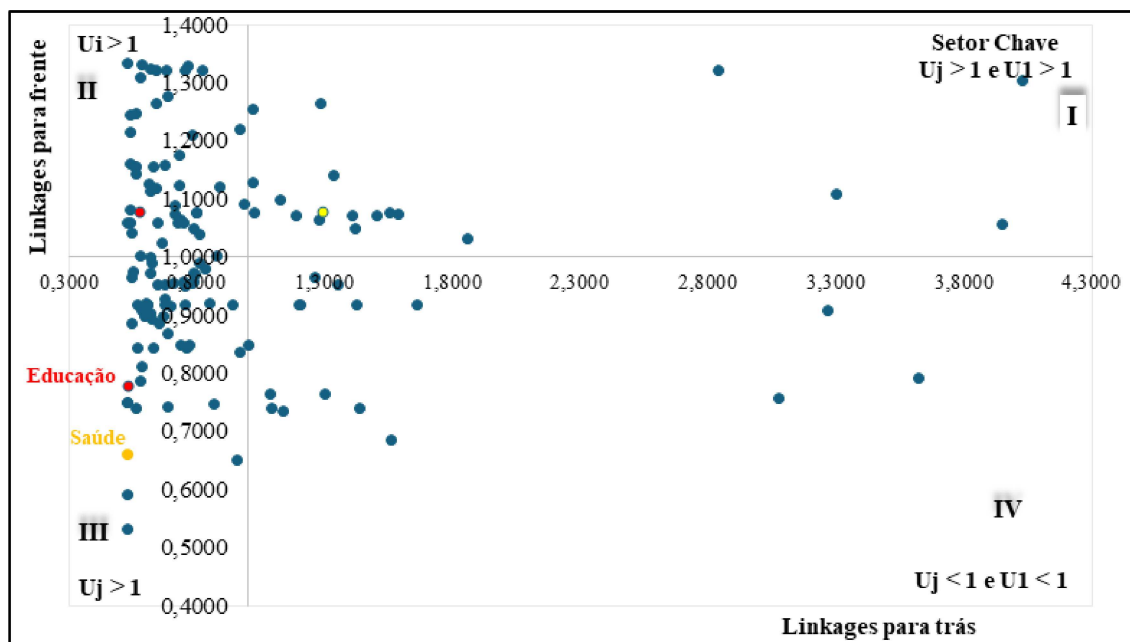
Fonte: Resultados da Matriz de Insumo – Produto (2015).

Nota: Os resultados são para todos os setores produtivos da atividade econômica do país.

Na Figura 3 os pontos em vermelho, amarelo e azul representam educação pública, saúde pública e demais setores econômicos e, os resultados são apresentados em quatro quadrantes. O I quadrante, superior e à direita são chamados de setores chave na economia. O II quadrante inferior e à esquerda apresentam os setores com fortes ligações para frente. O III quadrante, inferior e à esquerda representa os setores com fracas ligações tanto para trás quanto para frente. Por fim, os setores do IV quadrante, inferior e à direita apresentam os produtos com fortes ligações para trás.

Dessa forma, com base na Figura 3 observa-se que os setores públicos de educação e saúde possuem fraca ligações tanto para frente como para trás, não sendo considerados setor – chave na economia, ou seja, não tem capacidade de criar encadeamento na economia (Cabral e Perobelli, 2012).

Figura 3 – Ligações para trás para frente e setor chave



Fonte: Resultados da Matriz de Insumo – Produto (2015).

Esse contexto reflete a própria característica desses setores. Por serem bens públicos e por definição possuem preço nulo, nenhum setor produtivo demandam insumos desses setores, apenas os segmentos ligados a demanda final (consumo das famílias e do Governo). Assim, eles só demandam na economia pela ótica da compra, ou seja, apenas quando eles compram insumos de outros setores produtivos (Andrade *et al.*, 2011). Dessa forma, ambos os indicadores apresentados destacam que os setores de serviços de Educação e Saúde Pública possuem suas vendas mais direcionadas para o seu próprio setor.

4 REVISÃO EMPÍRICA

A relação entre políticas públicas de investimentos para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e seus desdobramentos na economia têm recebido considerável atenção, tanto teórica quanto empírica, no âmbito da análise macroeconômica (Zheng, Wangb e Bao, 2023; Goel, Payne e Ram, 2008; Griliches, 1980 e 1980; Griliches e Lichtenberg, 1984). Com base nessa relação, inúmeros estudos têm buscado responder seus efeitos e suas repercussões de curto, médio e longo prazo (Zawalinska, Tran e Plozaj, 2018; Crucitti *et al.*, 2023). Além dos seus diferentes canais de impacto, tanto diretos quanto indiretos (Bahia *et al.*, 2019; Yeon e Lee, 2019; Jung *et al.*, 2017).

Outras pesquisas se dedicaram a investigar, como os governos têm utilizado o sistema fiscal para promover Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no setor privado de inovação (Hall e Reenen, 1999; Betarelli Junior *et al.*, 2020; Boeing, Eberle e Howell, 2022, Bahia *et al.*, 2019). Além deles, outras análises investigaram os investimentos de P&D provenientes de fontes de financiamento, incluindo tanto o setor público quanto o setor privado, além do setor estrangeiro (Kim, 2011; Soete, Verspagen e Ziesemer, 2022; Guellec e Van Pottelsberghe, 2002, 2004; Coe, Helpman e Hoffmaister, 2008). Ademais, outros trabalhos exploraram a correlação positiva entre P&D e o crescimento econômico das nações, evidenciando sua associação com a Produtividade Total de Fatores (PTF) (Bye *et al.*, 2009; Hong *et al.*, 2014; Bor *et al.* 2010; Zawalinska, Tran e Plozaj, 2018).

Destarte, na literatura, há um grande esforço dedicado ao desenvolvimento de abordagens empíricas que visam compreender essas relações e, quais os seus impactos no crescimento econômico dos países, regiões e setores (Křístková, 2013; Bahia *et al.*, 2019). Tradicionalmente, os métodos econométricos têm sido explorados devido a sua capacidade de identificar relações entre variáveis econômicas no contexto de modelagens (Hong *et al.*, 2014; Elk *et al.*, 2019; Soete, Verspagen e Ziesemer, 2022). Gumus e Celikay (2015), utilizaram testes de cointegração no modelo dinâmico de dados em painel para investigar a relação entre despesas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e crescimento econômico no curto e no longo prazo para 52 países²⁶, durante o período de 1996 a 2010. O estudo também examinou como essa relação varia de acordo com o nível de

²⁶ Áustria, Bélgica, Canadá, Croácia, Chipre, República Checa, República Dinamarca, Estônia, Finlândia, França, Alemanha, Hong Kong, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Coreia, Kuwait, Letônia,

desenvolvimento de cada país. Os resultados apontaram que, no longo prazo as despesas de P&D são permanentes tanto para os países desenvolvidos quanto para os países em desenvolvimento. Van Elk *et al.*, (2019) estimaram empiricamente a relação dos investimentos públicos de P&D e crescimento da produtividade total de fatores (PTF) num conjunto de painel para 22 países da OCDE entre 1963-2011. Para isso, estimaram três modelos: função de produção do tipo Cobb-Douglas, modelos *translog* e modelos de função de produção “aumentada”, conforme descrito por Khan e Luintel (2006). Os resultados encontrados pelos autores afirmam que os investimentos em P&D realizados publicamente não promovem crescimento do PIB e da PTF em modelos de função de produção, sugerindo que os retornos de P&D dependem do contexto nacional.

Diferentemente do estudo de Van Elk *et al.* (2019), Soete, Verspagen e Zieseimer (2021) investigaram essa relação considerando tanto os investimentos públicos quanto privados em P&D e crescimento da produtividade total de fatores (PTF), bem como, o Produto Interno Bruto (PIB) para um conjunto de 17²⁷ países da OCDE no período de 1975 a 2014. Para essa análise, fizeram uso do ferramental econométrico de séries temporais, particularmente o método de correção de erros vetoriais (VECM). Os autores descobriram que os investimentos públicos em P&D teve um efeito significativo na PTF. Além disso, em alguns choques existem complementariedade entre investimentos públicos e privados em P&D para os países.

Por outro lado, Guellec e Van Pottelsberghe (2004) conduziram uma análise sobre as diversas fontes de conhecimento: P&D realizada pelo setor público, privado e estrangeiro no crescimento da produtividade total de fatores (PTF) de 16 países da OCDE entre 1980 e 1999. Entre os métodos utilizados, destacou-se o modelo de correção de erros (ECM). Eles observaram que as três fontes de financiamentos contribuem para o aumento da produtividade no longo prazo. Coe, Helpman e Hoffmaister (2008) conduziram a análise para uma amostra de 24 países com o uso de MQO dinâmico, verificando repercussões internacionais de P&D, além de examinarem os impactos dos fatores institucionais sobre as repercussões nacionais e internacionais de P&D e na Produtividade Total de Fatores

²⁷ Lituânia, Holanda, Noruega, Polônia, Portugal, Federação Russa, Singapura, Eslováquia, República, Eslovênia, Espanha, Trinidad e Tobagoobago, Reino Unido e UEstados Unidos, Os países em desenvolvimento: Argentina, Armênia, AZerbaijão, Bielorrússia, Bulgária, China, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Egito, Hungria, Cazaquistão, Méxicooh, MongOlíia, Panamá, Romênia, Tailândia, Eunisia, Turquia e Ucrânia.

(PTF). Os resultados mostraram que as diferenças institucionais determinam impactos na Produtividade Total de Fatores (PTF) e efeito transbordamentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

No entanto, esses métodos têm sido alvo de questionamentos quanto à sua capacidade analítica, muitas vezes limitada ao curto prazo e à análise de sensibilidade das observações (Hong *et al.*, 2014). Além disso, muitos estudos partem do pressuposto de que os efeitos estimados das políticas de P&D são uniformes entre os países, o que impede a compreensão dos efeitos dinâmicos sobre a forma como os investimentos em P&D é investigado em cada contexto nacional. Em outras palavras, é ignorado a maneira em que o ambiente institucional de cada nação pode afetar o método implementado na análise (Soete, Verspagen e Ziesemer, 2022; Bahia *et al.*, 2019).

Dessa forma, a incorporação da abordagem de Equilíbrio Geral Computável (EGC) tem se mostrado uma ferramenta eficaz para capturar impactos entre políticas de P&D e, suas repercussões para diferentes setores econômicos com distintos horizontes temporais em cada país. Um dos pontos fortes desse modelo, é a capacidade de agrupar teorias econômicas a dados reais da economia, permitindo a análise empírica de políticas dentro do contexto de variáveis macroeconômicas, como: produção agregada, emprego, renda, salários, entre outros (Hong *et al.*, 2014; Bahia *et al.*, 2019). No entanto, somente no final da década de 1990 que foi observado a introdução de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na abordagem de Equilíbrio Geral Computável (EGC), (Hong *et al.*, 2014; Zawalinska, Tran e Plozaj, 2018).

O estudo pioneiro de Diao *et al.* (1996) representou um marco ao desenvolver um modelo de equilíbrio geral computável baseado na teoria do crescimento endógeno de Romer (1990). Este modelo surge com o objetivo de preencher a lacuna existente nos modelos de crescimento econômico, que tradicionalmente tratavam a variável de crescimento tecnológico de forma exógena. Nesta abordagem revolucionária, o conceito de capital de conhecimento foi incorporado endogenamente como um produto das atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Além disso, foram implementadas simulações de política comercial convencionais e políticas indutoras de P&D, que estimulam a produção desse setor e, por sua vez aumenta a capacidade tecnológica. É oportuno ressaltar que

Diao *et al.* (1996) compararam ambas as políticas em seus efeitos estáticos e dinâmicos para a economia do Leste Asiático. Os autores observaram que a política comercial tivera um breve efeito sobre a taxa de crescimentos econômico e, a política de indução de P&D apresentou resultados sobre o fomento de P&D. Posteriormente, Goulder e Schneider (1999) exploraram as implicações das mudanças tecnológicas induzida (TIC), nas políticas de redução de CO₂.

Com base em um modelo de equilíbrio geral desagregado, o trabalho interligou os componentes de políticas climáticas, incentivos da demanda e a oferta de recursos geradores de conhecimento e a taxa de mudanças tecnológica. Além disso, o modelo detalha as políticas fiscais de P&D direcionada a cada indústria. Por fim, os resultados trazem repercussões a respeito do conhecimento via investimento em P&D por cada indústria e, como essas repercussões ocasionam impactos econômicos de cada política de P&D. Dessa forma, a análise da relação entre políticas de investimentos de P&D e seus diversos desdobramentos no sistema econômico têm sido avaliados por diversas metodologias, proporcionando objetivos e resultados distintos. O Quadro 1 apresenta uma síntese dos estudos empíricos, abrangendo tanto o contexto internacional quanto o nacional.

A literatura internacional e subsequente direcionou seu foco para diversas origens de investimentos em P&D, com referências específicas ao modelo de equilíbrio geral computável (Zheng, Wang e Bao, 2023). Por seu turno, Bor *et al.*, (2010) utilizaram o modelo de equilíbrio geral computável dinâmico para analisarem o impacto da política de investimento público em P&D. Os autores dividiram os efeitos de choque em insumo de capital de conhecimento e capital físico do setor público em diferentes setores da economia de Taiwan. Além disso, separaram o capital de P&D em público e privado. Do mesmo modo, Hong *et al.*, (2014) verificaram se a introdução de P&D na especificação do modelo de equilíbrio geral computável contribuiu para o melhor ajuste aos dados reais de uma economia baseada em conhecimento, a Coreia do Sul. Ademais, dividiram os investimentos de P&D em dois compostos: P&D público e P&D privado. No entanto, a nível de impacto na economia da Coreia do Sul, eles não separam a P&D entre pública e privada. Por fim, a investigação conjunta pretendeu identificar se a implementação de conhecimento via investimentos de P&D, em que trata de forma endógena a

produtividade total de fatores (PTF) seriam suficientes para validar o modelo de EGC baseado em P&D.

Quadro 1 – Síntese dos Estudos Empíricos

Literatura Internacional					
Autores	Publicações	Países	Objetivo	Metodologia	Principais Resultados
Guellec e Van Pottelsberghe	2004	OCDE	Analisaram as fontes de financiamentos de P&D no crescimento da PTF de 16 países.	Econometria – Modelo de Correção de Erros (ECM)	As três fontes de conhecimento são determinantes significativos do crescimento da produtividade no longo prazo.
Coe, Helpman e Hoffmaister	2008	OCDE	Verificaram repercussões internacionais de P&D em 24 países.	Econometria – MQO Dinâmico	As diferenças institucionais são determinantes importantes da PTF e que têm impacto no grau de repercussões da P&D.
Verbic, Majcen e Gal	2009	Esloven	Analisaram os impactos dos investimentos em educação e P&D.	EGC Dinâmico – SIDYN 2.0	O aumento dos investimentos em P&D estimula a produtividade no longo prazo na economia.
Bor <i>et al.</i>	2010	Taiwan	Analisaram o impacto da política de investimento público em P&D	Equilíbrio Geral Computável (EGC) – Dinâmico	Os investimentos públicos em P&D deu origem a diferentes impactos de curto e médio prazo sobre o PIB real.
Balma <i>et al.</i>	2011	Burkina Faso	Evidenciaram a importância do setor de educação no desenvolvimento econômico.	Equilíbrio Geral Computável (EGC) – Dinâmico	Um aumento nos subsídios públicos para a educação primária aumenta o bem-estar das famílias, ao mesmo tempo que diminui os níveis de pobreza por tipos agregados familiar.
Hong <i>et al.</i>	2014	Coreia do Sul	Verificaram se ao introduzir P&D no modelo EGC contribuiu para o melhor ajuste aos dados reais.	Equilíbrio Geral Computável (EGC) – Dinâmico	O modelo baseado em P&D ajusta-se melhor do que o modelo padrão nos casos em que o país apresenta um elevado crescimento da PTF.
Gumus e Celikay	2015	52 Países	Investigaram a relação entre despesas de P&D e crescimento econômico no curto e longo prazo	Econometria – Paineis Dinâmico	As despesas de P&D tem um efeito significativo no crescimento econômico de todos os países a longo prazo.
Woo <i>et al.</i>	2017	Coreia	Examinaram os efeitos dos investimentos em educação e P&D.	Equilíbrio Geral Computável (EGC) – Dinâmico	O impacto dos investimentos em educação e P&D no crescimento regional da Coreia é menor

					do que a área metropolitana de Seul.
Zawalinska, Tran e Plozaj	2018	Polônia	Analisaram o impacto de variáveis macroeconômicas.	EGC Dinâmico – POLTERM	Os investimentos públicos em P&D não promovem automaticamente crescimento do PIB e da PTF.
Van Elk <i>et al.</i>	2019	OCDE	Investigaram a relação dos investimentos públicos de P&D e crescimento da PTF.	Econometria	Os investimentos públicos em P&D não promovem automaticamente crescimento do PIB e da PTF.
Soete, Verspagen	2022	OCDE	Investigaram a relação entre investimentos públicos e privados em P&D para um conjunto de 17 países.	Econometria – Séries Temporais (VECM)	Os investimentos públicos em P&D teve um efeito positivos no crescimento da PTF.
Zheng, Wang e Bao	2023	China	Investigaram a influência macroeconômica multidimensional das despesas de P&D de empresas Chinesas.	EGC Dinâmico Regional – Baseado em P&D	Os investimentos das empresas de P&D têm um papel significativo na produção econômica, no bem-estar dos residentes entre outros, e o seu impacto diminui no longo prazo.
Literatura Nacional					
Bahia <i>et al.</i>	2019	Brasil	Verificaram os impactos das políticas macroeconômicas de concessões e subvenções de investimentos de P&D no setor privado de inovação	EGC Dinâmico – <i>Brazilian Intersectoral Model With Knowledge Capital</i> (BIM-KC)	As subvenções associadas aos projetos de inovação geram ganhos de capital de conhecimento e da atividade produtiva da economia brasileira.
Betarelli Junior <i>et al.</i>	2020	Brasil	Analisaram o impacto dos investimentos públicos e subsídios em P&D no setor privado, incluindo seus efeitos sobre a PTF.	EGC Dinâmico – <i>Brazilian Intersectoral Model with Recursive Dynamic</i> (BIM-RD)	Os resultados indicam que a ausência de financiamento público em P&D causa perdas na produtividade total de fatores (PTF) e impacta negativamente a indústria de P&D
Santos	2021	Brasil	Avaliaram o impacto dos investimentos públicos em educação no desenvolvimento do capital de conhecimento e seu efeito nas despesas de P&D e no crescimento econômico.	EGC Dinâmico – <i>Brazilian Intersectoral Model with Recursive Dynamic</i> (BIM-RD)	Os resultados mostram uma queda no PIB e impactos negativos no P&D e na renda das famílias, enfatizando a educação pública como investimento essencial para o crescimento econômico.

Fonte: Elaboração Própria.

Zawalinska, Tran e Plozaj (2018) conduziram um estudo sobre o impacto das variáveis macroeconômicas na Polônia através de dois mecanismos fiscais: despesas públicas em P&D e incentivos fiscais governamentais para P&D, ligando estas políticas a mudanças

endógenas na Produtividade Total dos Fatores (TFP) via o modelo de equilíbrio geral computável, POLTERM. As simulações do modelo POLTERM são concebidas de modo a que a meta polaca de 1,7% do PIB em despesas de I&D seja alcançada por qualquer um dos dois instrumentos. Com o objetivo de investigar a influência econômica das despesas de P&D pelas empresas de transformação da China no valor acrescentado, Zheng, Wangb e Bao (2023) desenvolveram um modelo EGC baseado em P&D. Distinguindo-se o capital de P&D entre o setor privado (empresas) e o setor público (financiado pelo governo), o modelo analisou o impacto no bem-estar das famílias, nas receitas do governo e na produção industrial.

Já no contexto nacional, Betarelli Junior *et al.*, (2020) avaliaram como os investimentos públicos e subsídios de pesquisa e desenvolvimento (P&D) impulsionam o setor privado de inovações tanto no curto quanto no longo prazo, evidenciando suas repercussões, incluindo o comportamento da PTF no sistema econômico brasileiro. Para isso, utilizaram o modelo *Brazilian Intersectoral Model with Recursive Dynamic* (BIM-RD). Com destaque, os resultados encontrados pelos autores reforçam que na ausência de financiamento público em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) resulta em perdas na produtividade total de fatores (PTF) e tem impactos negativos significativos na indústria de P&D.

Por outro lado, Bahia *et al.*, (2019) introduziram um avanço ao modelo BIM-RD frequentemente utilizado na literatura de P&D. Eles expandiram o modelo ao adicionar em suas especificações a diferença entre capital físico e capital de conhecimento, tratando-os como produtos de investimentos em P&D. Essa extensão, resultou no modelo BIM-KC – *Brazilian Intersectoral Model With Knowledge Capital*, projetado para verificar os impactos das políticas macroeconômicas de concessões e subvenções de investimentos de P&D sobre as firmas do setor privado de inovação no Brasil. A pesquisa mostrou que as subvenções relacionadas aos projetos de inovações geram ganhos significativos de capital de conhecimento no sistema econômico brasileiro. Além de também gerar impactos positivos em setores produtivos que não são diretamente afetados pela política de subvenções.

Outras correntes de estudos têm se dedicado a compreender como políticas de investimentos em educação e de pesquisa e desenvolvimento (P&D) impulsionam o

crescimento econômico das nações no longo prazo (*e.g.*, Verbic, Majcen e Cok, 2009; Woo *et al.* 2017; Yeon e Lee, 2019; Balma *et al.*, 2011). Verbic, Majcen e Cok, (2009) utilizaram o modelo SIDYN 2.0 que é um modelo de equilíbrio geral de crescimento endógeno dinâmico da economia Eslovena, baseado na matriz de contabilidade social (SAM), para analisar os impactos dos investimentos em educação e P&D considerando diferentes cenários de políticas, incluindo o aumento setorial de P&D e despesas de P&D por parte do Governo. Em contrapartida, Woo *et al.* (2017) examinaram os efeitos dos investimentos em educação e P&D para a economia Sul-Coreana, usando um modelo EGC que integra função de produção, acumulação de capital humano e o investimento de capital físico em duas regiões: a região metropolitana e a outra região denotada como demais.

Yeon e Lee (2019) examinaram a relação entre Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e acumulação de capital humano para alcançar crescimento econômico de longo prazo. Investigaram os efeitos das políticas educacionais e de inovação na economia sul-coreana, buscando entender as influências diretas e indiretas dessa relação endógena. Descobriram que a complementaridade entre P&D e capital humano pode reduzir desigualdades salariais e de emprego, especialmente com investimentos em educação. Por outro lado, Balma *et al.*, (2011) destacaram a importância da educação no desenvolvimento econômico do Governo de Burkina Faso.

O estudo fundamentou-se em um modelo EGC, evidenciando que o aumento dos gastos em educação proporciona mão de obra qualificada, aumenta a renda das famílias e promove o crescimento econômico no longo prazo. Cloutier *et al.*, (2008) investigaram os impactos da redução dos investimentos públicos em educação no Vietnã. Utilizando o modelo EGC, observaram que cortes nos subsídios educacionais diminuem as rendas das famílias e aumentam os custos privados do ensino superior, levando as famílias a reduzirem seus gastos com educação, ocasionando em maior quantidade de mão de obra não qualificada.

Na economia brasileira, o estudo de Santos (2021) avaliou o papel dos investimentos públicos em educação para o desenvolvimento do capital de conhecimento no sistema macroeconômico, destacando como esses gastos influenciam, de forma direta e indireta, as despesas em P&D e o crescimento do capital de conhecimento. Utilizando o modelo

Brazilian Intersectoral Model with Recursive Dynamic (BIM-RD) realizaram simulações dinâmica recursiva através da matriz de contabilidade social (SAM) e uma matriz de absorção de investimentos. Os resultados indicam uma queda de 2% no PIB até 2030, com impactos negativos no P&D público e na renda das famílias. Destaca-se a necessidade de tratar a educação pública como investimento, pois seus efeitos podem reduzir os rendimentos governamentais.

Paralelamente à aplicação dos modelos de EGC sobre educação e P&D, foi realizado um levantamento de artigos sobre EGC, P&D e saúde, e constatou-se que, no contexto macroeconômico, não existem estudos discutidos na literatura empírica, tanto no âmbito internacional quanto nacional. Assim, a contribuição inédita desta tese é o desenvolvimento de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) com P&D, incorporando investimentos públicos em P&D nos setores de educação e saúde pública na economia brasileira. Para isso, foi utilizada uma matriz de contabilidade social (SAM) baseada no conhecimento, que considera essa variável como fator de produção e as despesas de P&D como investimentos. Essa abordagem, com essas duas especificações, ainda não foi discutida na literatura empírica, tanto nacional quanto internacional.

No modelo supracitado, foi avaliado efeitos econômicos dos investimentos públicos de P&D realizadas pelo setor de educação e saúde pública. Ademais, na presente tese, a partir do estudo de Martins (2021) é feita uma extensão do modelo BIM-RD (*Brazilian Intersectoral Model With Recursive Dynamic*) em dois aspectos. Em primeiro lugar, considera-se o tratamento de forma endógena da produtividade total de fatores (PTF), conforme adotado no estudo de Zawalinska, Tran e Plozaj (2018). Adicionalmente, foram integrados ao modelo os componentes da Formação Bruta de Capital, abrangendo tanto o capital físico quanto o capital de conhecimento. Nesse contexto, introduziu-se uma nova categoria de aporte: o Investimento em Propriedade Intelectual.

5 O MODELO EGC

Este capítulo apresenta a estrutura teórica, empírica e base de dados do modelo BIM-RD (*Brazilian Intersectorial Model With Recursive Dynamic*), um modelo nacional de Equilíbrio Geral Computável (EGC), de dinâmica recursiva criado para analisar os efeitos de alguns instrumentos de políticas econômicas e sua relação no sistema produtivo. O modelo BIM-RD detalha o comportamento da demanda e oferta dos produtores, famílias e demais instituições econômicas, ao incorporar uma Matriz de Contabilidade Social (MCS) baseada no capital de conhecimento. Essa matriz inclui as despesas de P&D como investimento e insumo para a produção do conhecimento (Santos, 2020; Martins, 2021).

Na presente Tese, a matriz MCS foi calibrada para o ano de 2015. A especificação das equações comportamentais e a implementação do modelo foram realizadas com base na modelagem de tradição australiana PHILGEM (Corong e Horridge, 2012), que estende o modelo ORANI (Dixon *et al.*, 1982; Horridge, 2006) incorporando mecanismos de dinâmica recursiva. Diante desse contexto inicial, o presente capítulo está organizado em oito seções. Inicialmente, descreve-se o modelo BIM-RD e seus avanços em relação aos modelos EGC Johansen-australianos, seguido pela apresentação da estrutura teórica e do módulo fiscal da Matriz de Contabilidade Social (MCS). As seções subsequentes abordam a mudança teórica do modelo e a base de dados e parâmetros.

5.1 Uma visão geral

Os modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) utilizam uma estrutura empírica para quantificar políticas econômicas, incorporando projeções teóricas tanto no contexto microeconômico quanto macroeconômico (Betarelli Junior, 2013). Esses modelos analisam os comportamentos intrasetoriais, setoriais e macroeconômicos no sistema econômico. Além disso, consideram a trajetória dos níveis de investimentos e acumulação de capital dos setores produtivos (Bahia, 2019).

Como são modelos microfundamentados²⁸ do tipo de equilíbrio Walrasiano, o mecanismo de alocação de recursos ocorre de forma simultânea, capturando características entre setores e a complexa interdependência entre instituições e os agentes econômicos (Bahia,

²⁸ São modelos neoclássicos que representam o comportamento microeconômico individual de todos os agentes (firmas, investidores, consumidores, governo e setor externo) e suas interações.

2019). Nesse contexto, as firmas escolhem níveis de insumos e produtos que maximizam sua eficiência, considerando seus custos. Os consumidores, por sua vez, maximizam sua utilidade, ou satisfação, dados seus orçamentos e os níveis de preços dos bens de consumo. Alcança-se o equilíbrio²⁹ de mercado, quando para determinados níveis de preços, a demanda e a oferta se igualam em ambos os ambientes de negócios (produtores e consumidores). Dessa forma, os sistemas de equações são interdependentes, refletindo a otimização realizadas pelos agentes econômicos.

Existe na literatura duas escolas tradicionais que desenvolvem os modelos de EGC. A primeira, conhecida como escola australiana/norueguesa, que tem suas origens na abordagem de Johansen (1960). Johansen foi pioneiro no desenvolvimento de modelos de EGC ao criar um método numérico para resolver um sistema de equilíbrio geral Arrow-Debreu (1954), atendendo à Lei de Walras (Betarelli Junior, 2013). Por seu turno, a segunda escola baseia-se nos pressupostos de Scarf (1967;1973) e é denominada de escola americana (Proque, 2019).

Apesar de ambas construírem representações realistas da economia, elas se distinguem em suas representações empíricas. Por exemplo, a escola australiana utiliza sistemas de equações linearizadas, apresentando seus resultados em forma de taxas de crescimento. Em contraste, a escola americana emprega equações não linearizadas, com os resultados demonstrados em forma de nível (Betarelli Junior, 2013; Cardoso, 2016; Proque, 2019; Bahia, 2019; Martins, 2021).

Os primeiros modelos de EGC que consideravam essas características derivava da estrutura de modelagem ORANI³⁰. Contudo, com as constantes melhorias dessa metodologia e mantendo o propósito de analisar a alocação de recursos no sistema econômico, a dimensão temporal foi implementada para examinar, a longo prazo, o comportamento de políticas econômicas (Betarelli Junior, 2013), caracterizando, a estrutura de dinâmica recursiva.

No cenário brasileiro, entre os estudos consolidados na tradição australiana (Proque, 2019), destacam-se diversas aplicações. Na área de transportes, o BIM-T (Betarelli

²⁹ Estrutura de estado estacionário da economia.

³⁰ O ORANI é um modelo estático, nacional criado para a economia australiana e se baseia no equilíbrio de mercado Walrasiano, onde a oferta e a demanda de bens e serviços se igualam entre os mercados (Betarelli Junior, 2013).

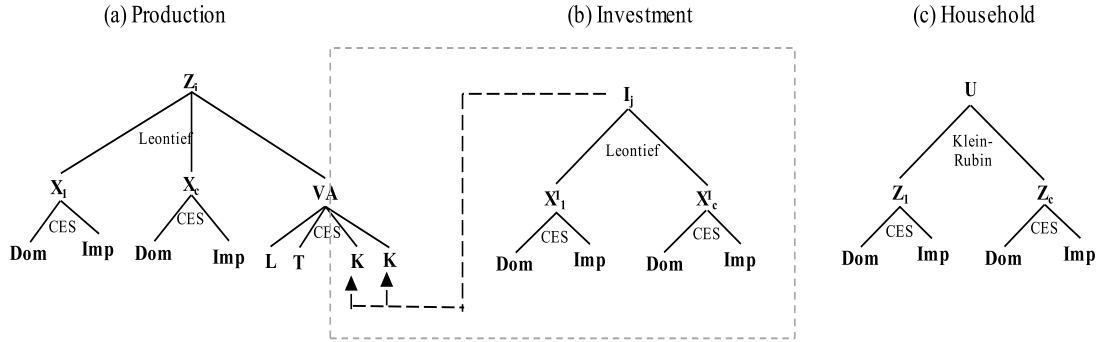
Junior, 2013) analisa reformas concorrenciais e protecionista, enquanto o BIG-T (Proque, 2019) foca no transporte de passageiros e suas interações com a renda e o consumo das famílias. No âmbito regional, o TERM-BR (Ferreira Filho, 1997) investiga impactos econômicos e agrícolas, ao passo que o B-MARIA (Haddad, 1999) discute disparidades regionais e mudanças estruturais. Por fim, o BIM-KC (Bahia, 2019) dedica-se à análise de políticas de fomento à inovação.

Nos modelos de dinâmica recursiva, pertencentes à família MONASH, é possível analisar políticas econômicas no médio e longo prazo (Dixon e Rimmer, 2002). Isso permite o desenvolvimento de diversos tipos de modelagens, como o modelo BIM-RD. O BIM-RD é uma extensão do método EGC BIM-T (*Braziam Imperfect Market and Transport*) de Betarelli Junior (2013). Esse modelo, desenvolvido por Betarelli Junior em 2013, foi pioneiro ao considerar as imperfeições de mercado e o setor de transporte em sua modelagem, estabelecendo uma base sólida para a criação do BIM-RD.

Assim, o BIM-RD é um modelo nacional de equilíbrio geral computável (EGC) de dinâmica recursiva, de multi-períodos e inspirado na estrutura Johansen (1960). Pertencente à escola norueguesa, utiliza sistemas de equações linearizadas, cujas soluções são expressas em termos de taxas de crescimento. Ele segue a estrutura teórica de equilíbrio Walrasiano, onde as empresas maximizam o lucro, as famílias maximizam a utilidade e os mercados se equilibram automaticamente (Betarelli Junior, *et al.* 2020). Além disso, incorpora uma Matriz de Contabilidade Social (MCS) (Proque, 2019), que foi calibrada para o ano de 2015.

5.2 Estrutura teórica

Com base no comportamento teórico de equilíbrio de mercado, em que as firmas maximizam lucro enquanto as famílias buscam maximizar suas utilidades, o setor produtivo da modelagem utilizada na presente Tese é modelado utilizando duas funções agregadas do tipo Leontief e uma função do tipo CES (Elasticidade Constante de Substituição) (Betarelli Junior *et al.*, 2020). A partir desta configuração, na Figura 4 é possível observar a dinâmica produtiva com base na formação do capital.

Figura 4 – Estrutura Agrupada do Setor de Produção, Investimento e Famílias

Fonte: Betarelli Junior *et al.*, (2020); Martins, (2021); Santos (2021).

No setor de produção, também conhecido como primeiro nível, as firmas produzem diversos tipos de bens e serviços. Cada tipo é produzido por um conjunto de insumos intermediários (X_i) e por um conjunto de valor adicionado (V_i), sendo que, cada um é utilizado em proporção fixa (Martins, 2021). No segundo nível, onde os mesmos insumos estão presentes, cada um é formado pelo uso de uma função do tipo CES. Tanto os insumos nacionais (D_i) quanto os importados (M_i) são caracterizados por substituições imperfeitas, seguindo o modelo de Armington (1969), sendo essas substituições dependentes dos níveis de preços relativos dos insumos (Martins, 2021). Os fatores de valor adicionado também apresentam características de substituição imperfeita entre os fatores primários: trabalho (L_i), terra (T_i), capital físico ($K_{F,i}$) e capital de conhecimento ($K_{H,i}$). Esses dois fatores de produção são agrupados em uma estrutura de dois níveis, conforme descrito em Betarelli Junior *et al.* (2020) e observado na equação 8.

$$Z_i = \min \left(\frac{X_i}{A_i^X}, \frac{V_i}{A_i^V} \right) \quad (08)$$

Nessa equação, Z_i representa o produto; os termos A_i^X e A_i^V representam a eficiência produtiva de cada fator produtivo; X_i representa os insumos intermediários e V_i é o valor adicionado, respectivamente caracterizados como:

$$X_i = \left[\sum_{s=1}^S \delta_{s,i} X_{s,i}^{-\rho^X} \right]^{-\frac{1}{\rho^X}} \quad \forall \quad s = (D, I) \quad (09)$$

De modo que:

$$V_i = \left[\sum_{f=1}^f \delta_{f,i} V_{f,i}^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}} \forall f = (L, T, K_F, K_H) \quad (10)$$

Na equação 10, δ representa um parâmetro que satisfaz $\sum_{f=1}^f \delta_{f,i} = 1$ ou $\sum_{s=1}^s \delta_{s,i} = 1$ e ρ um parâmetro de substituição entre os fatores X_i e V_i utilizado no processo de produção dos segmentos produtivos. A especificação teórica se repete para todos os setores, variando apenas as elasticidades de substituição e as proporções de insumos e de fatores primários, Betarelli Junior *et al.* (2020).

De modo similar, para a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), os investidores combinam insumos em uma estrutura aninhada de dois níveis (Figura 4). No primeiro nível, eles combinam compostos de insumos intermediários numa função do tipo Leontief. No segundo nível, a combinação de insumos domésticos e importados de cada composto, é definida por uma função CES (Proque, 2019). Para a criação do capital de conhecimento ($K_{H,i}$), esses agentes usam apenas P&D nacional, pois ela é a única que está presente na Matriz de Contabilidade Social (MCS). Nessa estrutura não há fatores primários, apenas os compostos de valor adicionado são utilizados diretamente para a produção de capital físico e de conhecimento. A equação que representa essa estrutura aninhada dos investimentos é observada no estudo de Betarelli Junior *et al.*, (2020), como sendo:

$$I_{j,i} = \min(X_{j,i}^I) \forall j = (K_F, K_H) \quad (11)$$

de forma que $X_{j,i}^I = \left[\sum_{s=1}^s \delta_{s,j,i} (X_{s,j,i}^I)^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}} \forall s = (D, I)$ e os parâmetros (δ e ρ) são similares aos da equação (9). As características dinâmicas do modelo BIM-RD baseado em P&D incluem representações das regras de acumulação de capital, investimento e salários, no formato de equações (Horridge, 2000). Especificamente, a acumulação de capital é representada por um método convencional de estoque perpétuo, com taxa de depreciação constante de 10%. Ainda, conforme mostra a equação 10, que trata dos investimentos em capital físico ($I_{K_F,i}$) e de conhecimento ($I_{K_H,i}$), essa representação é ampliada a partir da seguinte estrutura de equação:

$$K_{j,i,t+1} = (1 - dep_{j,i})K_{j,i,t} + I_{j,i,t} \forall j = (K_F, K_H) \quad (12)$$

em que $I_{KF,i,t}$ representa o valor do investimento do setor i no ano t na função de acumulação de capital físico; já $I_{KH,i,t}$ denota os investimentos em P&D na função de acumulação de capital de conhecimento e $dep_{j,i}$ é a taxa de depreciação de 10%, valor constante ao longo do tempo. O dado sobre a quantidade do estoque de capital no ano base é exógeno. A taxa de retorno esperada dos investimentos em capital é uma função positiva entre o preço unitário do aluguel e o preço unitário do capital, $E_{j,i} = f(R_{j,i}/P_{j,i}^I)$. A taxa bruta de crescimento para cada tipo de capital no próximo período, foi definida em Betarelli Junior *et al.*, (2020), da seguinte forma:

$$G_{j,i} = \frac{U_{j,i} G_{j,i}^{Tend} (M_{j,i})^{\xi_i}}{U_{j,i} - 1 + (M_{j,i})^{\xi_i}} \quad (13)$$

Onde: $G_{j,i}^{Tend}$ representa a tendência de crescimento dos estoques de capital na economia, $U_{j,i}$ é um termo exógeno que limita o valor máximo da taxa bruta de crescimento de capital no período seguinte, de modo que $G_{j,i} = U_{j,i} G_{j,i}^{Tend} = G_{j,i}^{Max}$ e ξ é a elasticidade de investimento. Na equação 13, $(M_{j,i})$ representa a relação entre a taxa de retorno esperada ($E_{j,i}$) e a taxa de retorno normal ($R_{j,i}^{Normal}$) do capital j do investidor I , ou seja, $M_{j,i} = E_{j,i}/R_{j,i}^{Normal}$. Ainda na Figura 4, é possível observar que, o retângulo pontilhado denota a parte da estrutura que apresenta a ligação entre a taxa de crescimento de cada estoque de capital conforme seus níveis de investimentos, que por sua vez, são definidos a partir de suas taxas de retorno (Betarelli Junior *et al.*, 2020).

Além das especificações descritas acima, no modelo BIM-RD, a apresentação da demanda das famílias também é caracterizada por uma estrutura aninhada (Figura 4c). Nessa etapa, os compostos das cestas de consumo desse ente econômico são apresentados com base na função Klein-Rubin e não por uma função Leontief, representando uma estrutura de Sistema Linear de Gastos (*Linear Expenditure System* - LES). Assim, do total dos gastos das famílias, uma parcela fixa é direcionada ao consumo de subsistência e o restante desses recursos são direcionados para o consumo com “bens de luxo”, de modo que as mudanças em suas rendas levam a combinações diferentes de produtos de consumo (Proque, 2019). Com base nisso, a função LES é apresentada da seguinte forma:

$$U(Z_i, \dots, Z_c) = \sum_{i=1}^c S_i^{Lux} \ln(Z_i - Z_i^{Sub}) \quad (14)$$

em que Z_i representa a demanda total pelo produto i ; Z_i^{Sub} é a demanda das famílias que consideram o produto i como um bem necessário; $(Z_i - Z_i^{Sub})$ é a demanda das famílias que consideram o produto i como um bem de luxo, variando conforme a renda das famílias; e S_i^{Lux} apresenta a participação orçamentária do bem de luxo i em relação ao valor total direcionado para esse tipo de bem de consumo. Independente da restrição orçamentária, toda a renda não gasta com bens de subsistência será gasta com bens de luxo (Proque, 2019). Ou seja, a função LES é não homotética ou quase homotética. Nessa última, ocorre apenas se a demanda pelos bens que excedem o nível de subsistência variar na mesma proporção que a renda, e a parcela da renda destinada aos bens de subsistência diminuir quando seus recursos financeiros aumentarem. Por fim, quando as famílias definem com base em sua renda e os níveis de preços sua demanda por bens de luxo, elas se direcionam para uma nova etapa. Nessa fase, elas usam uma função do tipo CES para escolherem racionalmente entre seu consumo por bens domésticos e importados (Betarelli Junior *et al.*, 2020).

5.3 Matriz de Contabilidade Social (MCS)

A geração e distribuição de renda no sistema econômico de um país ocorrem por meio do seu fluxo circular da renda. Para isso, é necessário dispor de diversos tipos de dados, como a produção e a interdependência produtiva entre os setores, a matriz de remuneração dos fatores primários e a matriz de transferência, entre outros. A estruturação desses dados, compõem a Matriz de Contabilidade Social (MCS) (Cardoso, 2020). Dessa forma, a MCS é oriunda da integração da Matriz de Insumo-Produto (MIP) com o Sistema de Contas Nacionais (SCN) (Proque, 2019).

Na MIP são retratadas as atividades setoriais de uma economia, considerando tanto o consumo intermediário quanto o consumo final dos bens e serviços, além do valor adicionado das atividades e os impostos indiretos (Proque, 2019; Fochezatto, 2011). Ao passo que, o SCN abrange os conceitos do fluxo circular da renda e dos gastos no sistema econômico. Juntas, essas duas bases de dados proporcionam uma visão mais completa e detalhada do sistema econômico de um país ou região, resultando na igualdade entre despesas e receitas de cada um de seus componentes (Proque, 2019; Cardoso, 2020). Ademais, a MCS incorpora transações e transferências entre as instituições econômicas, refletindo de maneira indireta a distribuição de renda (Proque, 2019).

Além disso, uma descrição adicional é apresentada entre a MCS e a MIP. Esse ponto, ocorre diante da formação da poupança, desencadeando a alocação de renda entre os agentes via consumo e poupança. Dessa forma, o fluxo circular da renda é completo quando esses agentes transferem seus recursos as instituições financeiras, provocando maiores níveis de investimentos quando o mercado financeiro faz uso deste recurso. Entretanto, na MCS esse fluxo não é detalhado, sendo este denotado somente como um valor positivo ou negativo entre a economia nacional com o mercado internacional (Cardoso, 2020).

Destarte, a análise das políticas econômicas utilizando o ferramental da MCS se popularizou com o desenvolvimento e a descrição de suas contas e identidades contábeis. Esses aspectos, foram inicialmente abordados no estudo pioneiro de Richard Stone e, a partir do trabalho seminal de Pyatt e Round (1979), em que, observou-se a construção de um modelo linear de preços fixos na MCS (Cardoso, 2020). Devido às suas características, a MCS é representada por uma matriz quadrada baseada no princípio de dupla contagem, onde todas as entradas, representadas nas linhas da matriz, são iguais às suas saídas, apresentadas em suas colunas (Cardoso, 2020; Martins, 2021; Proque, 2019). Portanto, os fluxos econômicos são identificados como transferências de um setor institucional (empresas, famílias, governo e resto do mundo) para outro (Fochezatto, 2011). No que tange aos grupos de famílias, normalmente na MCS é encontrada apenas um único agente representativo (Cardoso, 2020; Proque, 2019). Contudo, já existem na literatura estudos que detalham múltiplas famílias com o objetivo de captar padrões heterogêneos em relação aos padrões de consumo e à distribuição de renda (Cardoso, 2020; Proque, 2019).

No contexto brasileiro, Cardoso (2020) construiu uma MCS para analisar os impactos econômicos das mudanças na distribuição de rendimentos na economia brasileira. Para isso, foi realizada uma desagregação de 10 famílias representativas definidas pelo seu nível de renda. Neste estudo, foi observado que quando não existe mudanças estruturais ou de políticas no que se refere a redistribuição de renda, a concentração de renda se torna maior.

Por outro lado, Proque (2019) analisa o setor de transporte de passageiros a partir de uma MCS de 2010, que inclui 10 famílias representativas, classificadas de acordo com sua renda familiar. A finalidade da desagregação por tipo de família foi diferenciar a demanda

por produtos, especificadamente por serviços de transporte de passageiros, uma vez que os gastos desse modal variam entre as famílias mais ricas e mais pobres. A matriz apresentada nesse estudo se refere as transações que ocorreram na economia brasileira em 2015. Na presente Tese, essas relações foram observadas com base nas inter-relações dos agentes econômicos: firmas (F), famílias (H), Administração Pública (G) e o Resto do Mundo (RM) (Cardoso, 2020; Proque, 2019; Martins, 2021; Betarelli Junior *et al.*, 2020). Além disso, as famílias foram desagregadas por extratos, permitindo analisar as repercussões econômicas de políticas de mudança nas regras do orçamento do Governo no estímulo aos investimentos de P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública.

Com base nessas características, a MCS é considerada um dos instrumentos essenciais para análise econômica, além de servir como base de dados para a construção de modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC), (Fochezatto, 2011). Portanto, os modelos de Equilíbrio Geral que incorporam módulo fiscal e fluxo de pagamentos em sua estrutura descrevem, de maneira geral, como as transações de renda são geradas no sistema econômico e como essas relações são observadas a partir das interações entre os agentes econômicos: firmas (F), as famílias (H), Administração Pública (G) e o Resto do Mundo (RM) (Cardoso, 2016; Proque, 2019; Martins, 2021). Assim, no Quadro 2 é possível observar uma estrutura genérica do comportamento de uma Matriz de Contabilidade Social (MCS) (Proque, 2019).

Quadro 2 – Representação da Matriz de Contabilidade Social (MCS)

		Setores Produtivos	Valor Adicionado			Taxa	Conta Corrente			Conta Capital	Restante do Mundo	Total Recebido
		1...i...N	L	R	K	T _x	F	H	G	Investimento	Setor Externo	
Setores Produtivos	1...i...N	Consumo Intermediário					Consumo Final			FBCF	Exportações	D_i
Valor Adicionado	L	VA pago pelos setores produtivos										L
	R											R
	K											K
Taxa	T	T_i						T_H	T_G	T_I	T_E	T
Conta Corrente	F		VA recebido pelas instituições			T	Renda de Propriedade e Transferências Correntes				Transferências Correntes recebidas do RM	Y_F
	H											Y_H
	G											Y_G
Conta Capital	Invest.						Poupança			Transferências de Capital	Transferências de Capital recebidas do RM	S
Restante do Mundo	Setor Externo	Importações	Renda enviada ao RM				Transferências Correntes enviadas ao RM			Transferências de Capital enviadas ao RM		M
Total pago		Z_i	L	R	K	T	C_F	C_H	C_G	I	C_E	

Fonte: Proque (2019).

Assim como nas matrizes de Insumo-Produto (I-O), a primeira linha e a primeira coluna apresentam a distribuição do total de vendas e o total de custos para cada setor i . Dessa forma, com base na equação 15 é possível observar que, a demanda total (D_i) é igual à produção total (Z_i), (Betarelli Junior *et al.*, 2021):

$$D_i = \sum_{i=1}^n X_{ii} + X_{i,H} + X_{i,G} + X_{i,I} + X_{i,E} = Z_i = \sum_{i=1}^n X_{ii} + M_i + V_i + T_i \quad (15)$$

Onde: X_{ii} representa o consumo intermediário dos insumos i pelo setor i ; $X_{i,H}$, $X_{i,G}$, $X_{i,I}$ e $X_{i,E}$ representam o consumo final das famílias (H), Administração Pública (G), dos investidores (I) e as exportações (E), respectivamente, do bem i . Já o custo total de produção do setor i é representado pela soma dos insumos intermediários (X_{ii}), importações (M_i), Impostos (T_i) e pelo valor adicionado (V_i) formado pelo trabalho (L_i), pela terra (R_i) e pelo capital (K_i). Portanto, conforme Betarelli Junior *et al.*, (2021), o Produto Interno Bruto (PIB_i) antes dos impostos é dado por:

$$\sum_{i=1}^n (X_{i,H} + X_{i,G} + X_{i,I} + X_{i,E} - M_i) = PIB_i = \sum_{i=1}^n V_i = L + R + K \quad (16)$$

Outras identidades matemáticas entre receitas e despesas, podem ser extraídas da estrutura da MCS. Betarelli Junior *et al.*, (2020), por exemplo, detalham a receita total do Governo (Y_G), como sendo representada pela soma da remuneração de capital (K_G), da receita tributária (T) e das transferências recebidas de instituições econômicas nacionais ($Tr_{G,j}$) e do exterior ($Tr_{G,E}$). Além disso, do lado direito da igualdade da equação 16, tem-se que o custo total do Governo (C_G) é apresentada pela soma de seus gastos totais (G) e a formação de sua poupança (S_G), conforme apresentada na seguinte equação:

$$Y_G = K_G + T + \left(\sum_{j=1} Tr_{G,j} \right) + Tr_{G,E} = C_G = G + S_G \quad \forall \quad j = (H, F, G) \quad (17)$$

De modo que, os gastos totais do governo (G) são iguais à soma de sua demanda por bens finais, domésticos ($X_{i,G}$) e importados (M_G), somados aos impostos de *commodities* (T_G) e as transferências totais pagas às famílias ($Tr_{H,G}$) e às firmas ($Tr_{F,G}$), conforme a especificação da equação:

$$G = \left[\left(\sum_{i=1} X_{i,G} \right) + M_G + T_G + \left(\sum_{j=1} Tr_{j,G} \right) \right] \quad (18)$$

Similarmente, as famílias têm sua renda total representada pela soma do valor adicionado V_H , formado pelo trabalho (L_H), pela terra (R_H) e pelo capital (K_H); pelas transferências pagas pelo Governo ($Tr_{H,G}$) e por transferências correntes vindas do exterior ($Tr_{H,E}$), (Proque, 2019). Por outro lado, os custos das famílias são compostos pelos seus gastos totais (G_H) e por sua poupança (S_H), como apresentada a partir da seguinte equação:

$$Y_H = V_H + Tr_{H,G} + Tr_{H,E} = C_H = G_H + S_H \quad (19)$$

Onde: os gastos totais das famílias são iguais à soma de sua demanda por bens finais, domésticos ($X_{i,H}$) e importados (M_H) com os impostos pagos (I_H). Por sua vez, observando o comportamento das firmas, nota-se que suas receitas (Y_F) são constituídas pela soma do valor adicionado (V_F), que é formado pelo trabalho (L_F) e pelo capital (K_F); pelas transferências recebidas do Governo ($Tr_{F,G}$) e das famílias ($Tr_{F,H}$) e por transferências correntes vindas do exterior ($Tr_{F,E}$). Por outro lado, seus custos totais (C_F) são oriundos dos seus gastos totais (G_F), em transferências e importações e por suas poupanças (S_F), (Proque, 2019). Assim, a equação seguinte apresenta a formação do comportamento das firmas:

$$Y_F = V_F + Tr_{F,G} + Tr_{F,H} + Tr_{F,E} = C_F = G_F + S_F \quad (20)$$

Adicionalmente, pode-se também observar na MCS o comportamento da poupança total da economia. Com base em sua característica de identidade macroeconômica, ela possui em sua estrutura o comportamento de que o investimento é igual à poupança total da economia. Esta poupança, por sua vez, corresponde à soma da poupança privada (famílias e firmas) com a poupança pública e a poupança do restante de mundo (Proque, 2019). Essa identidade pode ser observada a partir da seguinte equação:

$$I = S = S_G + (S_H + S_F) + S_E \quad (21)$$

Assim, a partir de todas as especificações dessas equações contidas na MCS, é possível observar que o equilíbrio entre ambas proporciona a solução de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC).

5.4 Mudança teórica do modelo

Conforme descrito anteriormente, o modelo BIM-RD já introduz inovações teóricas significativas ao expandir a abordagem tradicional de Equilíbrio Geral Computável (EGC) e tratar Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como um investimento para a criação do estoque de Capital de Conhecimento. Contudo, para impulsionar ainda mais os avanços teóricos, especialmente em relação ao produto de Capital de Conhecimento, foram incorporados ao modelo duas novas inovações. Primeiramente, P&D foi tratada como um investimento para a criação do estoque de Capital de Conhecimento, vinculando-as às mudanças endógenas da Produtividade Total dos Fatores (PTF). Posteriormente, o modelo inova ao integrar os componentes da Formação Bruta de Capital, abrangendo tanto os investimentos em capital físico quanto os investimentos em capital de conhecimento.

Na teoria clássica de produção, as despesas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são frequentemente tratadas como um insumo produtivo crucial para o crescimento da Produtividade Total de Fatores (PTF). Embora a PTF geralmente cresça no longo prazo, alguns modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) assumem um valor fixo para ela durante a calibração do modelo. Isso é apropriado quer no caso de países em que a PTF é relativamente baixa, quer no caso de análises com impacto de curto prazo (Hong *et al.*, 2014).

Por exemplo, Betarelli Junior *et al.*, (2020) examinaram a relação entre a Produtividade Total de Fatores (PTF) e os investimentos públicos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), tratando a PTF como uma variável exógena no modelo de EGC. Para isso, estimaram uma função residual da PTF em relação aos investimentos em P&D, e em seguida, incorporaram esse resíduo no modelo para captar o efeito transbordamento desses investimentos nas atividades industriais do Brasil entre os anos de 2010 a 2016. A principal hipótese adotada no estudo foi que, o período de simulação é curto para captar as mudanças significativas na PTF. Em outras palavras, os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) ainda não teriam alcançado um nível de maturação capaz de influenciar a PTF no período analisado (Betarelli Junior *et al.*, 2020).

No entanto, em situações em que ocorre o rápido crescimento da Produtividade Total de Fatores (PTF) ou em análises temporais longas, ignorar as variações nessa variável pode

resultar em distorções nas análises de resultados. Nesse sentido, a literatura tem apresentado que endogenizar a PTF torna-se essencial para captar esses efeitos. Nessa direção, o estudo de Hong *et al.*, (2014) endogeniza a PTF no modelo de EGC, considerando a disseminação do conhecimento e suas repercussões a partir de dois compostos de P&D: setor privado e setor público. Os autores não consideram o preço de transferência do conhecimento, tratando os bens públicos como não rivais e não excludentes. Além disso, introduzem um coeficiente de transbordamento de conhecimento, que é afetado pelos estoques de conhecimento Governamental e do estoque de conhecimento privado, sendo este último, distribuída em investimento por tipo de indústrias. Por conta disso, a alocação dos investimentos privados segue a lógica do Q de Tobin. Assim, o coeficiente de transbordamento, afetado pelos estoques de conhecimento dos setores públicos e privados integra o mecanismo pelo qual, ao reduzir os insumos no seu processo de produção é observado um crescimento do progresso técnico desses setores, dado os efeitos positivos sobre a Produtividade Total de Fatores (PTF).

Por sua vez, Zawalinska, Tran e Ploszaj (2018) também endogenizam a Produtividade Total dos Fatores (PTF), porém, estabelecem uma relação desta variável com os dispêndios de P&D oriundos dos agentes econômicos: empresas, administração pública e famílias. Em outras palavras, eles vincularam a PTF a esses setores. Para isso, usaram o método dos inventários perpétuos, que atualiza o valor do estoque de capital de conhecimento ano a ano, considerando dois fatores: a depreciação (perda de valor com o tempo) e os novos investimentos feitos em P&D. Para estimar o valor inicial desse estoque, eles dividiram o investimento feito em P&D no primeiro ano pelo somatório de duas taxas: a taxa de depreciação (quanto o capital perde valor a cada ano) e a taxa média de crescimento dos investimentos em P&D nos cinco anos anteriores ao início da análise (2010 a 2015).

Os valores dos investimentos em P&D foram obtidos a partir da matriz insumo-produto de 2015, e, conforme o padrão da literatura, considerou-se uma taxa de depreciação de 10%. Além disso, o estoque total de P&D leva em conta apenas os investimentos realizados internamente no país, desconsiderando as exportações, já que estas beneficiam o país estrangeiro, e não o estoque nacional de conhecimento. Com base nisso, os autores mostram como o estoque de P&D está ligado à Produtividade Total dos Fatores (PTF).

Eles também mostram que parte do crescimento do PIB (a custo de fatores) pode ser atribuída aos resultados gerados pelos investimentos em capital de conhecimento. Desse modo, a PTF é então, entendida como uma medida do avanço tecnológico da economia, de modo que, ela é calculada pela razão entre o produto do estoque de P&D e o retorno gerado por esse estoque, em relação ao PIB a custo de fatores. Ou seja, quanto maior e mais eficiente for o capital de conhecimento, maior tende a ser o crescimento tecnológico e, conseqüentemente, a produtividade da economia (Zawalinska, Tran e Ploszaj, 2018).

Embora os dois trabalhos iniciais tenham abordado a evolução da PTF ano a ano, no primeiro estudo, foi utilizado a variável da Produtividade Total dos Fatores (PTF) de forma exógena e em um curto período de tempo, impossibilitando observar seu efeito endógeno e sua propagação no longo prazo. Já o segundo estudo, apesar de ter endogenizado a PTF, observou o seu comportamento tanto no setor público quanto no setor privado da economia. Logo, por conta disso, e tendo em vista que na economia brasileira os gastos/consumos do setor público com FBCF possui um Excedente Operacional Bruto (EOB) positivo, criando remuneração do capital, conforme observado na Matriz de Usos do IBGE (2021), seria necessário também construir uma função Q de Tobin específica para o setor público, não sendo, no momento, objeto de estudo.

Além disso, teoricamente o setor público produz bens que são tipicamente não rivais e não excludentes, permitindo a distribuição de produtos de P&D, como patentes, sem a necessidade de aporte financeiro. Contudo, embora a propriedade da não rivalidade não seja afetada por mudanças de preços, a característica de não exclusão pode ser comprometida se essas mudanças introduzirem barreiras que tornem esses bens quase exclusivos. Por exemplo, a própria Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), apesar de ser uma instituição pública, pode criar patentes e conceder a licença a uma empresa privada, dando ao empresário o direito exclusivo de comercializar sua invenção, impedindo a sua reprodução e gerando lucro para o licenciado e para a própria EMBRAPA. Essa abordagem causaria mudanças bruscas na MIP de 2015, afetando a análise dos resultados.

Além deles, no terceiro estudo, apesar dos autores terem analisados os investimentos em P&D e sua contribuição para o crescimento da produtividade da economia. Eles fizeram essa análise calculando o estoque do Capital de Conhecimento e sua relação com a Produtividade Total dos Fatores (PTF), destacando o papel do progresso tecnológico no

aumento do PIB. Além disso, desagregaram os agentes econômicos, o que, no entanto, não é foco desta tese, uma vez que o objetivo está em verificar os choques de investimentos de P&D apenas para os setores públicos de Educação e Saúde, tendo em vista que o setor público abrange outras atividades públicas. Diante disso e visando abordar a endogenização da Produtividade Total de Fatores (PTF) por meio de sua vinculação com a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), a presente Tese conduz a análise de forma integrada, sem desagregar entre setor público e privado, tampouco classificar a influência da PTF sobre agentes econômicos específicos. Esta escolha permite capturar os efeitos heterogêneos da PTF sobre a econômica brasileira em um contexto intrasetorial, setorial e macroeconômico. Dessa forma, a Produtividade Total de Fatores (PTF) é representada utilizando a equação (08), conforme já apresentada (seção 5.2). Com base nela, o termo A_i^V é apresentado da seguinte forma:

$$z_i = x_i - a_i^x = v_i - a_i^v \quad (22)$$

De modo que: x_i representa a variação da demanda por insumos intermediários; v_i variação da demanda por valor adicionado (VA); z_i variação do nível da atividade; a_i^x variação tecnológica, associada aos insumos intermediários e; a_i^v variação tecnológica, associada ao Valor Adicionado (VA).

Considerando a equação 22, esta Tese implementa a abordagem para tornar a PTF endógena, fundamentada em duas regras: (i) a PTF é endógena, incorporando os efeitos da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Regra 1); e (ii) a PTF é exógena, desconsiderando o efeito de P&D (Regra 2).

Na Regra 1, a equação é definida como:

$$a_i^V = f_{a,o,i} - f_{a,1,i} \quad (23)$$

No modelo original, a_i^V são exógenas definindo a variável de produtividade dos fatores de produção. Contudo, se trocarmos na equação 23 e tornarmos a_i^V como endógena e $f_{a,o,i}$ como exógena, a equação 23 será determinada por $f_{a,1,i}$. Desta forma, $f_{a,1,i}$ é o fator de deslocamento de a_i^V para ativar a regra de produtividade endógena. Com isso, $f_{a,1,i}$ vai definir toda a equação, de modo que a_i^V é definida com base na equação (11) que introduz os efeitos da P&D. Com base nela, obtém-se a seguinte equação:

$$f_{a,1,i} = 0.0151 * x_{KH,i}^I + r_{1,i} \quad (24)$$

Nessa equação: $x_{KH,i}^I$ representa a variação do uso do capital de conhecimento via investimento de P&D por setor; 0.0151 é uma elasticidade de produtividade em relação ao capital de conhecimento, estimada com base em Betarelli Júnior *et al.*, (2020); e $r_{1,i}$ representa um termo de ajuste (choque técnico exógeno). Portanto, quando $r_{1,i}$ é exógena e a equação (24) é usada, então a_i^V da equação 23 será determinada pela variação do investimento de P&D setorial ($x_{KH,i}^I$), ponderada pelo parâmetro (0.0151), e esse resultado é substituído na equação (23). Assim, o modelo ativa o mecanismo de endogenização da produtividade via P&D (Regra 1).

Na Regra 2, o modelo assume que não há efeito de P&D sobre a produtividade, ou seja, não há efeito produtividade endógena. Para isso, é adicionado um novo parâmetro, o $r_{2,i}$ para representar uma produtividade constante, sem qualquer mudança técnica ao longo do tempo. Essa abordagem é implementada no modelo por meio da igualdade desse parâmetro com $f_{a,1,i}$ conforme a seguinte equação:

$$f_{a,1,i} = r_{2,i} \quad (25)$$

Ao tornar $f_{a,1,i}$ como endógena, ela será determinada por $r_{2,i}$, que por sua vez, é constante ao longo do tempo, então a Produtividade Total dos Fatores (PTF) não reage ao capital de conhecimento ao não ativar e, portanto, não há efeito de P&D. É essa condição que caracteriza a Regra 2.

Em termos práticos:

- ✓ Se a_i^V é exógena, e $f_{a,o,i}$ é endógena, não efeito de Produtividade Endógena;
- ✓ Se a_i^V for endógena e $f_{a,o,i}$ exógena o modelo ativa o canal de produtividade endógena da PTF (Regra 1);
- ✓ Se $r_{2,i}$ for exógena e definida por um valor fixo e constante, $f_{a,1,i}$ que é endógena obterá o mesmo valor, de modo que, o modelo desativa o canal de produtividade e não obtém efeitos de produtividade endógena (Regra 2).

A segunda inovação do modelo BIM-RD, ocorreu com a introdução dos componentes da Formação Bruta de Capital, que inclui tanto os investimentos em capital físico quanto os investimentos em Capital intelectual, onde a Pesquisa e Desenvolvimento (capital de conhecimento) está incluída. Esta nova agregação é denominada de Investimento em Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF).

A base dessa integração está no conceito adotado pelo Manual Internacional do SCN, o *System of National Accounts* 2008 (SNA 2008), e implementada à série do Sistema de Conta Nacional brasileiro com referência de 2010 (SCN -2010) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), que redefiniu a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) como investimentos utilizados no sistema produtivo (Betarelli Junior *et al*, 2020). Dessa forma, a FBCF é mensurada pelos bens fixos³¹ adquiridos ou comprados pelos produtores no sistema produtivo. Estes ativos, por sua vez, são divididos conceitualmente entre ativos fixo tangíveis e intangíveis. Os ativos tangíveis referem-se aos bens e serviços que podem ser utilizados no processo de produção via quantidade. Já os ativos intangíveis se referem aos Produtos de Propriedade Intelectuais (PPI)³², descritos pelo esforço intelectual dos indivíduos (IBGE,2015).

Com a nova classificação, os bens de capital tangíveis foram classificados em dois grandes conjuntos: construção e máquinas e equipamentos. O primeiro é constituído por: “Residencial” (edifícios ou partes utilizados como residências civis ou militares) e “Outros edifícios e estruturas” (armazéns, prédios industriais e comerciais, hotéis, restaurantes, escolas, hospitais, estradas, ferrovias etc.). Já o segundo é formado por “Equipamentos de transporte” (veículos motorizados, navios, locomotivas, aviões), “Equipamentos para informação, comunicação e telecomunicação -TIC” (*hardware* e equipamentos de telecomunicações) e “outras máquinas e equipamentos” (motores, bombas, tratores, tornos, reatores nucleares etc.) (IBGE, 2015; BNDES, 2023).

Em contrapartida, os bens de capital intangíveis, por sua natureza, são organizados nas seguintes categorias: *i*) Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); *ii*) exploração e avaliação de recursos minerais; *iii*) *software* e bancos de dados; *iv*) originais de entretenimento, literatura e artes e; *v*) outros Produtos de Propriedade Intelectual (PPI). Entretanto, devido

³¹ Ativos utilizados no processo de produção continuamente por mais de um ano (SNA,2008).

³² Uma das principais inovações do *System of National Accounts* 2008 (SCN 2008) foi a inclusão dos Produtos de Propriedade Intelectual (PPI), como insumo no processo produtivo (IBGE, 2015).

à disponibilidade de dados para o Brasil, apenas os três primeiros grupos – P&D, exploração e avaliação de recursos naturais, *software* e bancos de dados – passam a integrar os Produtos de Propriedade Intelectual (PPI) no novo Sistema de Contas Nacionais (2010), (IBGE, 2015). Em função disso, o primeiro subgrupo, Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), refere-se ao valor dos gastos em trabalho criativo conduzidos de forma sistemática com o objetivo de aumentar o estoque de conhecimento (IBGE, 2015). Assim, os setores de P&D são tratados como bens de investimentos nas tabelas de recursos e usos (TRUs) do SCN de 2010 (Zawalinska, Tran e Ploszaj, 2019; IBGE, 2015).

O segundo segmento, referente à exploração e avaliação de recursos minerais, estão vinculados aos custos³³ utilizados na atividade exploratória de petróleo, gás natural, entre outros tipos de recursos minerais (IBGE, 2015). Por sua vez, na categoria *Software* e banco de dados, apenas o último foi introduzido no novo SCN (2010) como ativo fixo, pois no antigo SCN (1993) o primeiro já era considerado um ativo fixo. Em termos práticos, *Software* é caracterizado como programas criados e insumos utilizados tanto para aplicativos quanto para sistemas; já os bancos de dados, são formados por conjuntos de base de dados que ajudam na transmissão de informações entre seus agentes (IBGE, 2015). Assim, com base nessas classificações, a presente Tese, faz uso das classificações de PPI conforme o Sistema de Contas Nacionais (2010), (IBGE, 2015).

Após a caracterização da segunda mudança teórica do modelo – a incorporação dos componentes da Formação Bruta de Capital, como uma nova agregação de capital – o passo seguinte constituiu em implementar essas classificações dos ativos fixos no modelo BIM-RD e descrever o passo-a-passo de sua execução. Embora os grupos que compõem a Formação Bruta de Capital estejam desagregados por tipo de ativo fixo: tangíveis (construção, máquinas e equipamentos) e intangíveis (produtos de propriedade intelectual), ainda há um quarto componente, denominado de “outros ativos fixos” incluído em sua estrutura. Essa categoria se refere aos produtos que não são claramente classificados como ativos fixos tangíveis e/ou intangíveis. Diante disso, a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) passa a ser composta por quatro componentes principais: Construção (Constr), Máquinas e Equipamentos (MqEq), Produtos de Propriedade Intelectual (PPI) e Outros Ativos Fixos (OutAtFix).

³³ Essas despesas são referentes a licença e aquisição de petróleo em determinada região, perfuração, e custos de outras naturezas (IBGE, 2015).

Posteriormente, foi realizado, no modelo, um tratamento para criar variáveis correspondentes a cada grupo (*Mapping*). Assim, os 126 produtos provenientes da Matriz de Insumo-Produto (MIP, 2015) foram distribuídos conforme os componentes da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF)³⁴, definidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015). Como ilustração, o produto referente à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) é considerado um insumo pertencente ao conjunto de Produtos de Propriedade Intelectual (PPI)³⁵. Seguindo esse raciocínio, essa divisão foi aplicada aos demais 125 produtos. Contudo, após a verificação completa, observou-se que Petróleo e Gás não foi integrado a nenhum dos respectivos componentes. Além disso, alguns produtos apresentaram valores nulos para o seu grupo. Dessa forma, do total de 126 itens, apenas 33 possuíam valores para suas correspondências. Ademais, embora o modelo, em sua estrutura, considere todos os produtos e seus respectivos segmentos, a Tabela 2 apresenta apenas aqueles que exibiram valores não nulos.

Na sequência, verificou-se se o valor final de cada categoria criada – a partir da soma dos seus respectivos produtos – correspondia ao resultado do componente equivalente na tabela da Formação Bruta de Capital (FBC). Como demonstração, todos os itens alocados para Construção (Constr) foram somados, definindo seu valor final. Entretanto, ao comparar com os dados da tabela da FBC, verifica-se valores divergentes³⁶. Nesse contexto, apenas Máquinas e Equipamentos (MqEq) apresentou resultado idêntico ao seu respectivo grupo divulgado na tabela definida pelo IBGE, resultando em uma diferença nula. A partir desse ponto, o passo seguinte, foi criar um componente específico para Petróleo e Gás (PetroGa), visto que ele não correspondia diretamente a nenhum dos conjuntos da FBC. A composição deste grupo está associada à presença de características que não estão vinculadas a apenas um tipo de classificação. Por exemplo, como está relacionado à produção de P&D, parte do seu valor final de R\$ 8.690, foi atribuído como a parcela faltante do conjunto de Produtos de Propriedade Intelectual (PPI).

³⁴ No anexo B dessa tese são apresentados os 126 produtos da MIP, suas siglas e os seus respectivos grupos. Cada grupo, por sua vez, também é descrito através de abreviações, a saber: Construção (Constr), Máquinas e Equipamentos (MqEq), Produtos de Propriedade Intelectual (PPI) e Outros Ativos Fixos (OutAtFix).

³⁵ Cada produto foi expresso em R\$ (a preços de mercado).

³⁶ De acordo com os dados originais, o valor atribuído à Construção foi de R\$ 566.408. No entanto, a soma dos produtos correspondentes na MIP resultou em R\$ 562.518, o que representa uma diferença de R\$ 3.890.

Além disso, por ser também um dos principais insumos para a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), outra parte do seu valor foi ligada a parcela ausente de Construção (Constr)³⁷, tendo em vista que ele depende intensivamente desse segmento para viabilizar suas operações. Dessa forma, o valor residual para compor o montante total de Petróleo e Gás (PetroGa) foi destinado para Outros Ativos Fixos (OutAtFix). Diante disso, a Tabela 2 apresenta como foi realizada a desagregação do valor de Petróleo e Gás entre esses grupos, criando assim três subgrupos³⁸: PetroGa (Construção) com valor de R\$ 3.890; PetroGa (Produtos de Propriedade Intelectual) com valor correspondente de R\$1.286, e por fim, PetroGa (Outros Ativos Fixos) com valor igual a R\$3.514.

Em seguida, foi criada uma programação dentro do TABLO³⁹ para que todo o valor de Petróleo e Gás (PetroGa) fosse distribuído entre seus subgrupos. Para isso, o valor de cada subgrupo foi dividido pelo total de Petróleo e Gás (PetroGa). O objetivo dessa divisão foi identificar a participação percentual de cada um na composição total do componente, garantindo que esses percentuais se mantivessem constantes ao longo do tempo. Como resultado, 44,8% vêm de Construção (Constr), 40,4% corresponderam a Outros Ativos Fixos (OutAtFix) e 14,8% são de Produtos de Propriedade Intelectual (PPI).

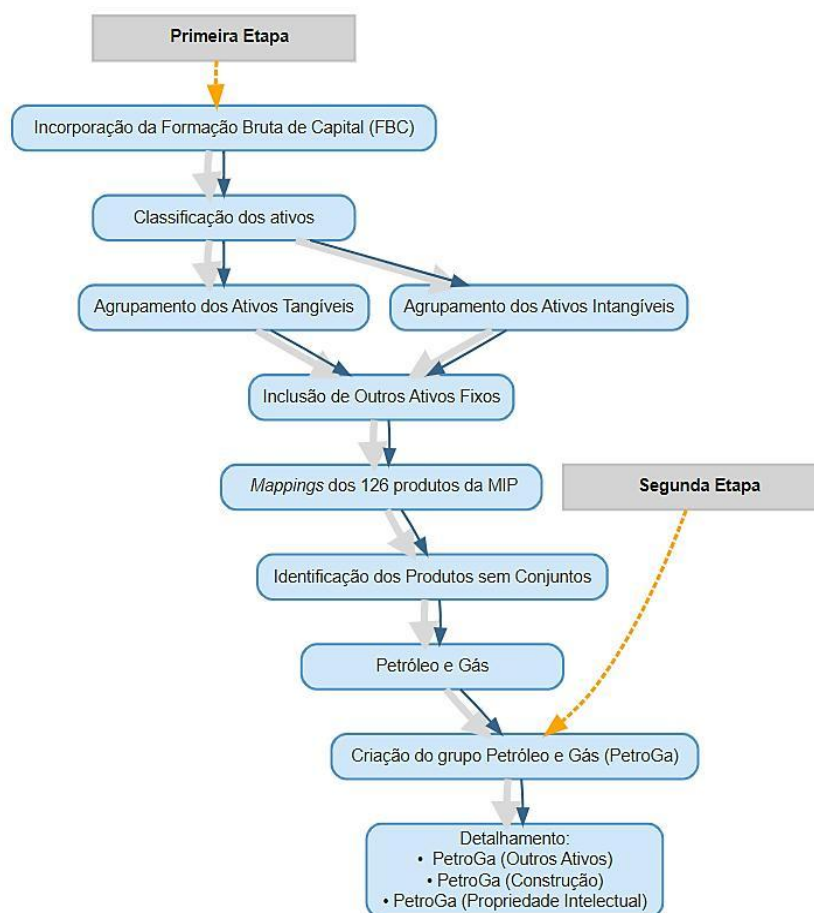
Dessa forma, mesmo que ocorra mudança ao longo do tempo do valor total de Petróleo e Gás (PetroGa), como por exemplo, ele crescer 15%, aumentando seu valor para R\$ 9.993,50, esses percentuais permanecem inalterados, ajustando-se proporcionalmente, e assim, mantendo a estrutura inicial da distribuição. Diante de todo o exposto, o produto de Petróleo e Gás foi incorporado à Formação Bruta de Capital, passando a integrar não como um produto em si, mas como um dos grupos: Construção (Constr), Máquinas e Equipamentos (MqEq), Produtos de Propriedade Intelectual (PPI), Outros Ativos Fixos (OutAtFix) e Petróleo e Gás (PetroGa). A Figura 5 detalha as etapas do processo até a redistribuição dos valores da categoria PetroGa entre os três grupos de ativos fixos.

³⁷ Petróleo e Gás é um dos principais produtos que necessita de insumos do grupo de Construção (Constr), uma vez que, dada sua característica, ele constrói plataformas de exploração e produção, refinarias, entre outros.

³⁸ Não foi apresentado Máquinas e Equipamentos (MqEq) porque sua correspondência foi exatamente igual ao seu correspondente do IBGE.

³⁹ O TABLO é uma estrutura dos modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC), que especifica a construção das variáveis e suas características, além das equações metodológicas.

Figura 5 – Etapas da Incorporação da FBCF no modelo



Fonte: Elaboração Própria.

Tabela 2 – Correspondência entre os Componentes da FBCF e Produtos Associados

Sigla	Produtos	Valores (R\$ Milhões)	Grupos
Laranja	Laranja	163	Outros Ativos Fixos (OutAtFix)
Caf	Café em grão	113	Outros Ativos Fixos (OutAtFix)
OtLavPr	Outros Produtos de Lavouras Permanente	130	Outros Ativos Fixos (OutAtFix)
Bovinos	Bovinos	13552	Outros Ativos Fixos (OutAtFix)
Suinos	Suínos	41	Outros Ativos Fixos (OutAtFix)
AvesOv	Aves e Ovinos	80	Outros Ativos Fixos (OutAtFix)
ExplFlo	Exploração Florestal	815	Outros Ativos Fixos (OutAtFix)
PetroGas	Petróleo e Gás (Outros Ativos)	3514	Petróleo e Gás (PetroGa.)
PetroGas	Petróleo e Gás (Construção)	3890	Petróleo e Gás (PetroGa.)
PetroGas	Petróleo e Gás (Propriedade Intelectual)	1286	Petróleo e Gás (PetroGa.)
PdMadei	Produtos de madeira, exclusive móveis	111	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
SemiAco	Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	88	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
PdMetal	Produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos	10887	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
MqEInEs	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	19488	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
EletrCom	Material eletrônico e equipamentos de comunicação	30766	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
EqMedOp	Equipamentos de medida, teste e controle, ópticos e eletromédico	16548	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
MqAEletri	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	24243	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
Eletrodo	Eletrodomésticos	1840	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
Trator	Tratores e outras máquinas agrícolas	23455	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
MqEMCon	Máquinas para a extração mineral e a construção	13912	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
OtMqEMe	Outras máquinas e equipamentos mecânicos	86799	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
AutoUtil	Automóveis, camionetas e utilitários	48775	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
CamOnib	Caminhões e ônibus, inclusive cabines, carrocerias e reboques	31784	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
Aeronave	Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte	21084	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
Moveis	Moveis	13500	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
IndDiv	Produtos de indústrias diversas	10244	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
MantMqEq	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	12099	Máquinas e Equipamentos (MqEq.)
Edificac	Edificações	340306	Construção (Constr.)
InfraEst	Infraestrutura	119076	Construção (Constr.)
SvEConst	Serviço e Construção	103136	Construção (Constr.)
DenvSist	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	66550	Produtos de Propriedade Intelectual (PPI)
PesqDes	Pesquisa e Desenvolvimento	47608	Produtos de Propriedade Intelectual (PPI)
ArqEngen	Arquitetura e Engenharia	3514	Produtos de Propriedade Intelectual (PPI)

Fonte: Dados da Pesquisa.

Além desses aspectos, no modelo existe a identificação dos insumos requeridos na Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF). Conforme o SCN do IBGE (2022), eles estão contidos e agrupados em 4 componentes da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), quais sejam: Construção (Constr), Máquinas e Equipamentos (MqEq), Produtos de Propriedade Intelectual (PPI) e Outros Ativos Fixos (OutAtFix). O modelo desta Tese criou uma variável de investimentos para cada um dos 4 grupos da Formação Bruta de Capital (FBC), conforme os passos matemáticos a seguir:

$$x_c^I = \sum_{i=1}^{IND} \sum_{s=1}^{SRC} \sum_{j=1}^K x_{c,s,j,i}^I \quad (26)$$

$$x_a^I = \sum_{c=1}^{COM} \delta_{a,c} (x_c^I) \quad (27)$$

em que x_c^I é uma variável que reproduz a mudança na demanda de cada insumo c no total de investimentos da economia brasileira (*i.e.*, todos os investidores produtivos, os tipos de capital e origem). Para encontrar os investimentos totais por cada componente a (x_a^I), conforme conceito do IBGE, a variável x_c^I é ponderada pela participação relativa do insumo c ($\delta_{a,c}$) dentro do componente a correspondente de FBCF. A soma da participação relativa de cada insumo por componente soma um, ou seja, $\sum_{c=1}^a \delta_{a,c} = 1$. Portanto, no modelo a variável x_a^I fornece as variações de investimentos para os quatros componentes classificados pelo IBGE. Por fim, criou-se uma variável de decomposição a fim de identificar a contribuição relativa de cada componente a no total de investimentos (FBCF):

$$fandInv_a = \sum_{c=1}^{COM} \delta_a(x_a^I) \quad (28)$$

sendo que δ_a é o termo de participação do valor do investimento do componente a em relação ao total de investimentos da economia brasileira; e $fandInv_a$ é variável que mede a contribuição no componente a para a variação do investimento total. A soma de todas as contribuições ($\sum_a^{Ativos} fandInv_a$) é igual a variação dos investimentos totais no país.

Assim, é possível, por exemplo, checar quanto que Construção (Constr) conseguiu contribuir para a formação da FBCF ao longo do tempo.

5.5 Base de dados e parâmetros

Para realizar a análise do modelo EGC – BIM-RD na presente Tese, foi utilizado a Matriz de Insumo – Produto (MIP) Brasileira referente ao ano de 2015. O banco de dados da MIP possui 67 setores e 126 produtos. Esses setores utilizam, em sua estrutura de produção insumos intermediários de origem doméstica ou importadas, além de insumos agregados, caracterizados por terra, trabalho e capital (Martins, 2021). Nesta Tese o capital foi desagregado em capital físico e capital de conhecimento, sendo esse último produzido apenas pelos setores intensivos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Bor *et al.*, 2010).

Na classificação do Sistema de Contas Nacionais (SCN, 1993), P&D era tratada como uma despesa corrente que é utilizada no processo produtivo, pelo qual está presente principalmente como insumo intermediário (Zawalinska, Tran e Ploszaj, 2019; Bor *et al.*, 2010). Entretanto, o Novo Sistema de Contas Nacionais (SNA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com referência 2010 ampliou a gama de ativos fixos e as despesas de P&D foram transferidas para a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF)⁴⁰ (IBGE,2015), que por sua vez, é considerada como investimentos no processo produtivo. Por conta dessa característica, o estoque de capital de conhecimento por setor foi estimado a partir do método de inventário perpétuo considerando os investimentos setoriais das matrizes de absorção de investimentos (MAI), computadas por Miguez e Freitas (2019).

Além disso, a demanda total por produto também presente no modelo é formada pelas exportações de bens e serviços, consumo do governo, consumo das instituições sem fins lucrativos a serviços das famílias (ISFLSF), pelo consumo das famílias, pela formação bruta de capital físico (FBCF), além da variação de estoque.

A Modelagem de Insumo-Produto (MIP) também oferece informações sobre consumo, investimento, famílias, governos e impostos; contudo, não detalha os fluxos de renda entre instituições econômicas. Para atenuar essa restrição, foi implementada uma Matriz

⁴⁰ A Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) é a operação do Sistema de Contas Nacionais que registra a ampliação da capacidade produtiva futura de uma economia via investimentos em ativos fixos, ou seja, bens produzidos e factíveis de serem reproduzidos no longo prazo (IBGE,2015).

de Contabilidade Social (MCS) referente ao ano de 2015, e já utilizada em estudos como o de Proque (2019) e Martins (2021). A MCS combina a Matriz de Insumo - Produto com o Sistema de Contas Nacionais (SCN), incorporando as atividades econômicas em termos de consumo intermediário e final de bens e serviços, além de utilizar conceitos derivados do fluxo circular da renda e dos gastos observados no sistema econômico (Proque, 2019).

Ademais, foi realizada a abertura do setor institucional famílias em classes correspondentes de renda. Para isso, adotou-se a classificação do estudo de Proque (2019), baseada na metodologia implementada por Ferreira Filho e Horridge (2006). Nesses estudos, os autores, classificam os agregados familiares em 10 estratos, conforme seus níveis de rendimentos. Essa desagregação proporciona uma visão mais abrangente da economia brasileira, viabilizando uma análise precisa da distribuição de renda e padrões de consumo (Proque, 2019). Nesse sentido, os domicílios foram estratificados em grupos, denominados de H_1 a H_{10} , conforme descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Estratificação das famílias conforme seu rendimento

Famílias	Salários - mínimos	Intervalo de renda familiar (R\$)	Número de famílias*	Números de indivíduos
H_1	0 a 2	0 a 830,00	12.533.273	38.451.806
H_2	2 a 3	830,00 a 1.245,00	10.055.760	32.006.081
H_3	3 a 5	1.245,00 a 2.075,00	12.905.575	43.502.652
H_4	5 a 6	2.075,00 a 2.490,00	4.054.763	13.920.122
H_5	6 a 8	2.490,00 a 3.320,00	5.520.982	18.631.898
H_6	8 a 10	3.320,00 a 4.150,00	3.365.127	11.768.804
H_7	10 a 15	4.150,00 a 6.225,00	4.181.727	14.565.558
H_8	15 a 20	6.225,00 a 8.300,00	1.974.318	6.999.304
H_9	20 a 30	8.300,00 a 12.450,00	1.671.867	5.490.113
H_{10}	Acima de 30	Mais de 12.450,00	1.553.212	5.182.960

Fonte : Proque (2019).

Nota: * Baseado em Proque (2019), em que se utilizou o fator de expansão amostral da POF 2008-2009.

Desta forma, as famílias classificadas com o menor nível de renda enquadram-se no estrato H_1 , e são denominadas de pobres; no outro extremo, os domicílios com um rendimento mais alto, ou seja, acima de 30 salários-mínimos são identificadas como ricas, e estão concentradas em H_{10} (Proque, 2019). Por sua vez, esse tipo de estratificação permite o modelo analisar além das características familiares (renda e consumo), também os efeitos de simulação da política sobre os níveis de utilidade de cada grupo familiar (Proque, 2019; Duarte 2024).

Além dessas informações, na presente Tese, as estimações dos parâmetros e das elasticidades relacionados à calibragem do modelo BIM-RD são denominados de parâmetros comportamentais, que frequentemente são encontrados na literatura específica de EGC (Cardoso, 2016). Assim, os coeficientes utilizados no modelo BIM-RD, bem como suas respectivas referências, são apresentados nesta seção. Alguns desses parâmetros, como as elasticidades de Armington - que representa a substituição entre bens domésticos e importados (Proque, 2019) - foram calibrados de acordo com Tourinho, Kume e Pedroso, (2007), sendo usualmente adotados na literatura nacional de EGC (*eg.*, Betarelli Junior, 2013; Cardoso, 2016; Proque, 2019; Duarte, 2024). Já as elasticidades de exportações por bens tradicionais decorrem do estudo de Domingues (2002), com valor igual a 1,28. A Tabela 4 apresenta os valores dos parâmetros utilizados no modelo BIM-RD.

Tabela 4 – Parâmetros do modelo BIM - RD

Descrição	Dimensão	Valor
Elasticidade de Armington de substituição: uso intermediário	Produto	0,15 a 3,59
Elasticidade de Armington para investimentos	Produto	0,15 a 3,59
Elasticidade de Armington das famílias	Produto	0,15 a 3,59
Elasticidade da demanda por exportações de bens tradicionais	Produto	0,38 a 2,07
Elasticidade da demanda por exportações de bens não tradicionais	Nacional	1,28*
Elasticidade de Substituição CES para fatores primários	Setorial	0,27 a 1,58
Parâmetro de FRISCH	Famílias	-194
Elasticidade dos gastos das famílias por produtos	Produto*Famílias	0,14 a 4,49
Elasticidade de substituição por ocupações	Setorial	0,20
Elasticidade de transformação CET	Setorial	0,50

Fonte: Elaboração própria, a partir dos valores da literatura.

Nota: * A ausência de valor máximo indica um único valor.

Por sua vez, para as elasticidades de substituição dos fatores primários, foram utilizados os mesmos parâmetros encontrados nos trabalhos de Domingues *et al.*, (2007), Betarelli Junior (2013) e Proque (2019), com valores variando entre 0,27 (mínimo) e 1,58 (máximo). Ademais, a fim de analisar a sensibilidade da utilidade marginal oriunda dos gastos dos domicílios, utilizou-se o parâmetro de Frisch. Este coeficiente apresenta um valor negativo de -1,94 para cada estrato de família, sendo constante independentemente do tipo de renda familiar, como encontrado em Almeida (2011), Betarelli Junior (2013) e Proque (2019). Para as elasticidades de gastos das famílias por produtos, seguiu-se a mesma estratégia em Proque (2019), que referência Hoffmann *et al.*, (2010), estudo que

estimou esses parâmetros a partir de várias classificações de despesas das famílias ao utilizar dados da POF de 2008 e 2009.

Em consonância com os modelos de EGC de dinâmica recursiva, o BIM-RD incorpora em sua estrutura parâmetros de elasticidade do investimento, taxa de depreciação, taxa de retorno do investimento e a razão investimento/capital para acumulação de capital com o objetivo de modelar a dinâmica do estoque de capital (Cardoso, 2016; Proque, 2019). Além disso, emprega-se a elasticidade de salário em relação ao emprego com a finalidade de captar o ajuste defasado do mercado de trabalho (Cardoso, 2016). A Tabela 5 apresenta os parâmetros e suas respectivas elasticidades derivado da dinâmica recursiva do modelo.

Tabela 5 – Parâmetros para o módulo de dinâmica recursiva do modelo BIM – RD

Dimensão	Descrição	Tipo de Capital	Valor
Setorial	Taxa de Depreciação	Capital de Conhecimento	0,15*
Setorial	Taxa de Depreciação	Capital Físico	0,06
Setorial	Razão investimento/capital	Capital de Conhecimento	3,00
Setorial	Razão investimento/capital	Capital Físico	3,00
Setorial	Taxa de retorno bruta nominal	Capital de Conhecimento	0,04 a 0,05
Setorial	Taxa de retorno bruta nominal	Capital Físico	0,16 a 0,21
Setorial	Taxa de retorno bruta esperada	Capital de Conhecimento	0,04 a 0,05
Setorial	Taxa de retorno bruta esperada	Capital Físico	0,16 a 0,21
Setorial	Razão investimento/capital (tendência)	Capital de Conhecimento	0,17
Setorial	Razão investimento/capital (tendência)	Capital Físico	0,08
Setorial	Elasticidade de investimento	Capital de Conhecimento	4,8
Setorial	Elasticidade de investimento	Capital Físico	4,8
Nacional	Elasticidade do salário em relação ao emprego		0,66
Nacional	Razão entre o nível de emprego atual e tendencial		1,00

Fonte: Elaboração própria, com base em estimativa da literatura.

Nota: * A ausência de valor máximo indica um único valor.

No que tange ao ajuste à característica intertemporal do mercado de trabalho, no estado estacionário o nível de emprego no período atual é idêntico ao nível de emprego tendencial. Dessa maneira, o coeficiente da razão entre o nível de emprego atual e tendencial foi calibrado como sendo igual a 1. Esse valor é o mesmo utilizado por Cardoso (2016) e Proque (2019).

Já com respeito à estimativa da elasticidade salarial, seguiu-se o mesmo valor encontrado por Gonzaga e Corseuil (2001), que estimaram esse parâmetro em 0,66. No que se refere aos mecanismos recursivos do estoque de capital e fluxos de investimentos, aplicou-se o resultado de 4,80, como implementado em Haddad (2004) e Perobelli (2004). Esse parâmetro foi adotado para todos os setores produtivos, sendo o resultado idêntico tanto para o capital de conhecimento quanto para o capital físico.

Por outro lado, a razão entre investimento e capital, conhecida como taxa tendencial é distinta entre os tipos de capital, sendo de 17% para o capital de conhecimento e de 8% para o capital físico. Considerando uma taxa de crescimento de 3% no estado estacionário, a taxa de obsolescência do capital de conhecimento é de 15%, e a taxa de depreciação do capital físico é de 6%. Esse valor para o capital de conhecimento está em conformidade com a literatura que adota essa variável em sua modelagem de EGC (*eg.*, Griliches, 1990, 1998; Hall, 2007; Betarelli Junior *et al.*, 2020), e a do capital físico é compatível ao estudo de Proque (2019) e Bahia (2019), que sustenta essa taxa de depreciação em 6%; porém, menor que o valor encontrado por Betarelli Junior (2013) de 5%. Já a taxa de retorno bruta do capital normal e esperada, que são iguais no estado estacionária varia de 4% a 5% para o capital de conhecimento e de 16% a 21% para o capital físico.

6 SIMULAÇÕES E ANÁLISE DOS CENÁRIOS DE POLÍTICA

Esta seção detalha as regras de fechamento do modelo e estabelece o cenário de referência. Em seguida, apresenta-se a estratégia de análise, descrevendo as hipóteses de simulação das políticas propostas.

6.1 Fechamento do modelo

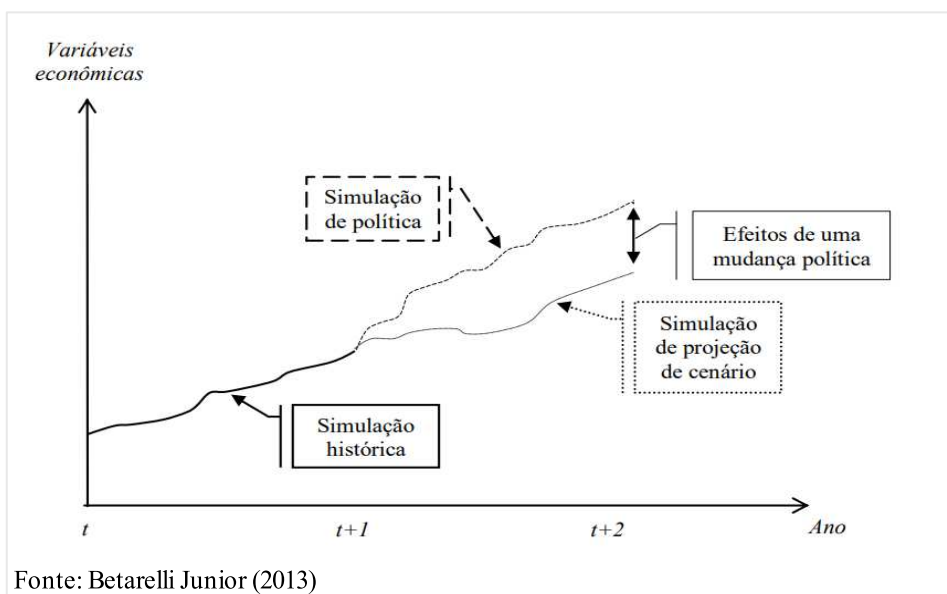
A regra de fechamento determina quais variáveis serão fixadas fora do modelo (exógenas) e quais serão calculadas por ele (endógenas), garantindo assim a operacionalidade do modelo durante os choques simulados (Proque, 2019). Além disso, os modelos de EGC são geralmente estruturados com um número reduzido de equações em comparação com a quantidade de variáveis, sendo que a diferença entre elas resulta no número de observações exógenas (Proque, 2019; Duarte, 2024).

Por sua vez, esses tipos de fechamentos denotam também as hipóteses sobre como ocorre o funcionamento do sistema econômico, além dos seus ajustes necessários (Dixon e Rimmer, 2002). Todavia, os modelos de EGC de estática comparativa e os modelos dinâmicos se diferem no que tange a característica de fechamento. No primeiro, eles adotam dois tipos, chamados de “curto prazo” e “longo prazo”. A distinção entre essas duas janelas de tempo ocorre por conta da variável capital. No curto prazo, o estoque de capital é fixo e no longo prazo ela é flutuante. Já os modelos dinâmicos permitem em sua estrutura teórica quatro tipos de fechamentos: histórico, de decomposição, de previsão e de política (Proque, 2019; Braatz, 2020), os quais, são definidos de acordo com o ambiente econômico. E nesse ambiente são determinadas quais variáveis são tratadas como exógenas em sua estrutura teórica (Dixon e Rimmer, 2002). A Figura 5 apresenta essa configuração, destacando as características de cada fechamento.

Na Figura, em sua primeira sequência, o cenário histórico não apresenta alterações na política estudada, sendo composto por informações históricas previamente disponíveis e por uma previsão básica para o futuro. A sequência seguinte é o cenário base, que incorpora alterações de políticas. Assim, a primeira simulação, modifica os valores do modelo no ano " t " para os seus respectivos valores no período de " $t + 1$ ". Contudo,

quando não são encontrados valores em um determinado ano, implementa simulações de projeções de cenários (*forecast simulation*), que tem como principal característica, representar o cenário econômico futuro de uma determinada economia, no caso de estudo, a brasileira (Dixon e Rimmer, 2002; Betarelli Junior, 2013; Proque, 2019). Nesse sentido, a simulação histórica cumpre o papel de atualizar a base de dados, incorporando a dinâmica econômica recente. Por outro lado, a simulação de cenários projeta os impactos de intervenções futuras, permitindo mensurar os desvios gerados pelas novas políticas em relação à trajetória de referência (Proque, 2019).

Figura 5 – Simulações em modelos EGC dinâmicos



Nesta tese, o modelo BIM-RD é de dinâmica recursiva e, por conta disso, serão utilizados alguns dos tipos de fechamento comuns a esses modelos. Dentre as quatro classificações existentes, duas são abordadas. O primeiro tipo de fechamento considerado é conhecido como cenário de referência, ou linha de base. Nesse estágio inicial, tornam-se exógenas algumas das principais variáveis macroeconômicas (Betarelli Junior *et al.*, 2021). Definir essas observações como exógenas é fundamental para permitir a análise de seu comportamento em contextos observados quanto prospectivos – ou seja, em cenários já conhecidos e em projeções futuras. O Quadro 3 apresenta as variáveis do modelo BIM-RD e o tipo de fechamento.

Além disso, as variáveis consideradas exógenas na simulação histórica (*Baseline*) tornam-se endógenas para o modelo BIM-RD na etapa denominada de *Baseline Rerun*. Essa etapa projeta as tendências no sistema produtivo brasileiro e tem por objetivo servir de base para a comparação com o cenário de política (Proque, 2019). Nesse mesmo sentido, cabe destacar que, na prática, as observações exógenas são trocadas por suas correspondentes. Ou seja, tornam-se endógenos os parâmetros do próprio cenário de referência (Proque, 2019), permitindo a incorporação dessas variáveis para reproduzir a trajetória histórica (Betarelli Junior *et al.*, 2021).

Quadro 3 – Variáveis macroeconômicas do modelo BIM-RD e tipos de fechamento

Fechamento	Variáveis macroeconômicas	
	Exógenas	Endógenas
<i>Baseline</i>	Produto Interno Bruto	Produtividade geral dos fatores primários
	Consumo das famílias	Deslocamento do consumo das famílias
	Investimento real agregado	Deslocamento do Investimento
	Demanda agregada real do governo	Deslocamento da demanda do governo
	Índice de volume de exportação	Deslocamento na demanda por exportações
	Emprego agregado	Deslocamento que aciona o mecanismo de ajuste salarial
	Índice de preço ao consumidor	Taxa de câmbio
<i>Baseline ReRun</i>	Produtividade geral dos fatores primários	Produto Interno Bruto
	Deslocamento do consumo das famílias	Consumo das famílias
	Deslocamento do Investimento	Investimento real agregado
	Deslocamento da demanda do governo	Demanda agregada real do governo
	Deslocamento na demanda por exportações	Índice de volume de exportação
	Deslocamento que aciona o mecanismo de ajuste salarial	Emprego agregado

Fonte: Elaboração própria.

Nota: A permutação entre variáveis endógenas e exógenas, utilizada para ajustar o fechamento do modelo a diferentes simulações, é denominada *swap*.

Como os modelos EGC trabalham com preços relativos, é necessário atribuir uma variável de preço como numerário do modelo. Nesta tese, foi escolhida a taxa de câmbio (*phi*), sendo, portanto, exógena em todas as simulações. Nesse sentido, todas as demais variações nominais de preços são medidas tomando como base esse numerário. Vale acrescentar que, no Quadro 3, as variáveis observadas que recebem choques na simulação histórica são: o PIB pela ótica do dispêndio, o consumo das famílias, o investimento real agregado, o consumo do governo, o índice do volume de exportações, o emprego

agregado e o índice de preço ao consumidor. Cada uma dessas tem suas contrapartidas endógena, como observado no Quadro 3.

6.2 Cenário de Baseline (*business-as-usual* - BAU)

Os modelos de Equilíbrio Geral Computáveis (EGC) com dinâmica recursiva têm, como elemento central de sua formulação teórica, a incorporação explícita da variável tempo (Pratt, Blake e Swann, 2013). Esse aspecto permite a análise de soluções sequenciais em intervalos temporais previamente estabelecidos. Além disso, cada solução apresentada pelo modelo vincula diretamente um período ao seguinte, refletindo as mudanças implementadas do choque⁴¹ (Pratt, Blake e Swann, 2013). Dessa forma, as projeções, podem ser analisadas como totais ou parcialmente mensais, trimestrais, semestrais ou anuais (Betarelli Junior *et al.*, 2021).

Com base nessas características fundamentais da estrutura metodológica adotada, a trajetória temporal das variáveis econômicas utilizadas para calibração nesta tese é de fontes oficiais, com periodicidade trimestral e anual. As variações dos indicadores macroeconômicos entre os anos de 2016 e 2022 foram extraídas do Sistema de Contas Nacionais (SCN) do IBGE (2022). Nos anos seguintes, de 2023 e 2024, os dados dos componentes da demanda final – consumo das famílias, Governo, exportações, Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF), variação de estoque e administração pública – foram obtidos do Sistema de Contas Trimestrais (SCNT) do IBGE (2025b).

Por sua vez, a mensuração do emprego nacional foi ajustada conforme as mudanças das ocupações no país, a partir da base de estatísticas do SCN e da Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios (PNAD), ambas produzidas pelo IBGE (2015,2022). Já a estimativa do crescimento populacional do país foi elaborada mediante combinação dos dados observados no SCN com as estimativas anuais do IBGE, que se estendem até o ano de 2070 (IBGE, 2022, 2025).

Por fim, o comportamento do Produto Interno Bruto (PIB), ao longo do tempo, para cada Unidade Federativa, é analisado no cenário mediante registros coletados no Sistema de Contas Regionais (SCR) do IBGE com periodicidade anual (2025). A partir desse ponto, aplica-se choques anuais e prospectivos às variáveis macroeconômicas, conforme

⁴¹ Esta característica é conhecida na literatura como estática comparativa ou adaptativas (Santos, 2021).

observado na Tabela 3. Com isso, o cenário de referência passa a incorporar mudanças prospectivas para o período de 2025 a 2040.

Seguindo esses aspectos, as previsões futuras após o ano de 2024 são baseadas nas projeções nacionais, definidas pela Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (Brasil, 2020). Diante desse contexto, observa-se que a dinâmica da economia brasileira, construída a partir da trajetória dos cenários históricos e prospectivos, evidencia o desempenho das principais variáveis macroeconômicas (Betarelli Junior *et al.*, 2021).

Tabela 3 – Choques no Cenário de referência (*Baseline*) - Variações Reais (%)

Indicadores	Histórico (Observado)									Prospectivo*
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 - 2040 (a.a.)
PIB	-3,3	1,3	1,8	1,2	-3,3	4,8	3,0	3,2	3,3	2,2
Consumo das Famílias	-3,8	2,0	2,4	2,6	-4,6	3,0	4,2	3,2	5,1	-
Consumo do Governo	0,2	-0,7	0,8	-0,4	-3,7	3,5	2,1	3,8	2,1	2,2
Investimentos	-12,1	-2,6	5,2	4,0	-1,8	12,9	1,1	-3,0	6,6	-
Capital Físico	-12,4	-2,7	5,4	4,3	-1,5	13,2	1,1	-3,0	6,6	-
Capital de Conhecimento	-5,9	0,6	1,5	-1,4	-8,4	4,0	1,1	-3,0	6,6	-
Exportações	0,9	4,9	4,1	-2,6	-2,3	4,4	5,7	8,9	4,1	-
Emprego Nacional	-1,6	1,3	2,7	1,6	-6,4	5,9	3,8	1,6	2,8	-
População	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4

Fonte: Elaboração Própria a partir de IBGE (2022a, 2025a, 2025b, 2025c).

Nota: Os valores ocultos (“-”) indicam que a variável foi tratada como endógena no modelo durante o respectivo período.

A recessão econômica observada na economia brasileira entre o início de 2014 e o final de 2016 (Fligenspan, 2020) teve efeito direto sobre o desempenho do PIB, que, em 2016 foi negativo tanto pelo lado da produção quanto pelo lado da demanda. Observou-se um recuo em todos os componentes produtivos, e, do lado da demanda, as exportações de bens e serviços foram o único componente a não apresentar retração, refletindo o enfraquecimento do mercado interno (IPEA, 2016). Apesar desse cenário, entre os anos de 2017 e 2019 a economia brasileira apresentou um aumento do consumo das famílias, que acompanhou o crescimento do PIB.

No entanto, com a crise global ocasionada pela pandemia da Covid-19 em 2020, o país apresentou uma forte retração, com queda de 3,3% do PIB, interrompendo o crescimento observado nos três anos anteriores (Agência Brasil, 2021). Além disso, todos os componentes da demanda final apresentaram recuo, com o consumo das famílias tendo uma retração de 4,6%, acompanhada pela piora do emprego nacional, que caiu 6,4%, afetando tanto os trabalhadores formais quanto os informais.

Como resultado, o valor adicionado bruto dos serviços caiu 3,7%, impactado pela retração do consumo das famílias, que representa 61,8% do PIB. Em termos de participação dos bens e serviços consumidos pelas famílias, observou-se uma queda mais acentuada nos grupos que compõem suas despesas, com destaque para transportes (-14,6%), educação (-11,0%), alimentação e bebidas (-6,6%), (IBGE,2022). Com o recuo do emprego nacional, a participação das contribuições sociais caiu de 9,2% para 8,7% e os salários de 43,4% para 33,3%. Ademais, as ocupações com carteira assinada foram as mais afetadas, com queda de 1,6% (IBGE,2022), o que representou 11 milhões de pessoas a menos no mercado de trabalho em comparação com o ano de 2019. Esse contexto, teve como principal característica a necessidade de distanciamento social e a queda no crescimento da atividade econômica (Fligenspan, 2020).

Contudo, em 2021, observou-se uma queda da taxa de desemprego, decorrente principalmente da expansão da população ocupada, que cresceu 11,4% nesse período (IPEA, 2021), impulsionando um aumento do emprego em 5,9%. Entretanto, esse contexto mais positivo resultou da retomada do sistema produtivo, especialmente do setor de serviços, considerado um dos setores mais informais da economia. Assim, o aumento da taxa de emprego nacional foi caracterizado, majoritariamente, por trabalhadores sem carteira assinada ou por conta própria (IPEA, 2021).

Entre os anos de 2023 e 2024, o crescimento do PIB foi impulsionado, em 2023, pelo forte desempenho da agropecuária e pelo bom resultado do setor externo. Já em 2024, o crescimento foi sustentado pela absorção doméstica, o que gerou impactos positivos sobre o mercado de trabalho. Do ponto de vista setorial, observaram-se avanços na indústria e nos serviços, enquanto a agropecuária apresentou retração (Brasil, 2023; BCB, 2025). Por sua vez, para horizontes temporais prospectivos, os cenários de projeções apontam para um crescimento do PIB brasileiro de 2,2% de 2025 a 2040 (Brasil, 2020).

No que se refere ao capital físico, observa-se, com base no estoque de capital, um comportamento predominantemente baixo ou negativo entre 2016 e 2017. Esse desempenho foi influenciado principalmente pelo componente do PIB do lado da demanda, a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF) (IPEA, 2016), que registrou uma forte retração, especialmente em 2016, ano que teve a maior queda do período, com retração de 12,4%. Além disso, o ambiente econômico foi marcado pelo aumento dos

níveis de incertezas, acarretando contração dos indicadores no sistema produtivo (IPEA, 2016).

Adicionalmente, os componentes da FBCF, como o consumo de máquinas e equipamentos, correspondente à produção nacional acrescida das importações registraram um recuo de 1,5% (IPEA, 2016). Esse comportamento resultou de uma acelerada taxa de depreciação implícita, decorrente da mudança na composição do estoque de capital, com aumento da participação de máquinas e equipamentos — ativos que se depreciam mais rapidamente do que construções e estruturas (BCB, 2025).

O segundo tipo de fechamento do modelo é conhecido como fechamento de política. Diferentemente do fechamento anterior, nesse caso, as principais variáveis macroeconômicas — PIB, consumo das famílias, consumo do governo, investimento, ocupações e população — são tratadas como endógena, ou seja, são afetadas por choques provenientes de variáveis exógenas. Essas variáveis exógenas são definidas como instrumentos de políticas econômicas (Betarelli Junior *et al.*, 2021). Em outras palavras, atribuem-se valores fixos a variáveis relacionadas a políticas públicas, como a expansão de investimentos em P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública.

Mais do que política de aumento de investimentos em P&D nessas áreas, o modelo analisa a expansão do consumo do Governo nesses setores para que eles ampliem seus investimentos em P&D. Dessa forma, aumenta-se o capital de conhecimento, gerando, assim, crescimento econômico de longo prazo. Com base nisso, o sistema econômico se ajusta para amortecer as mudanças oriundas do choque de política (Proque, 2019). A variável alvo do choque é o investimento em capital de conhecimento ($x2tot$). Para operacionalizar essa simulação, efetuou-se a troca (*swap*) entre essa variável e o deslocador da demanda governamental ($f5$). Dessa forma, define-se exogenamente a expansão do capital de conhecimento, enquanto o consumo do governo torna-se endógeno, ajustando-se automaticamente para prover os recursos necessários a esse investimento. Diante disso, a próxima seção apresenta diferentes cenários econômicos utilizados para simulações de políticas nos setores de Educação e Saúde Pública no Brasil.

6.3 Análise de política

A busca pelo equilíbrio fiscal das contas públicas no Brasil tem exigido esforços constantes do Governo Federal (Bredow, Cunha e Lélis, 2022). A necessidade de recursos e do aumento contínuo dos consumos/gastos Governamentais, são alguns dos fatores que pressionam significativamente o orçamento público. Desde a década de 1990, foram dados passos importantes para estabilizar a economia e garantir a sustentabilidade fiscal. No ano de 2000, com a promulgação da Lei Complementar nº 101, conhecida como Lei de Responsabilidade Fiscal, o Brasil deu uma grande contribuição ao estabelecer normas e critérios para o equilíbrio das contas públicas e a gestão responsável dos recursos financeiros pelos entes federativos (estados, municípios e o Distrito Federal). O objetivo desta lei foi atingir o equilíbrio fiscal, a transparência e o controle do consumo público.

Contudo, em 2016, com a mudança de Governo⁴² foi proposto a Emenda Constitucional 95/2016, conhecida como Teto de Gastos. Essa medida passou a limitar o crescimento das despesas primárias do Governo Federal, com base no valor do exercício anterior, corrigido pela variação do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente ao período de 12 meses encerrados em junho do exercício anterior, conforme estabelecido pela lei orçamentária. A vigência da emenda estava definida para 20 anos, até 2036, com a possibilidade de, a partir do décimo ano, o Chefe do Poder Executivo alterar o formato de correção das despesas públicas (Art. 108 da EC 95, de 15 de dezembro de 2016).

Nesse contexto de restrição orçamentária, setores essenciais como a educação e a saúde pública passaram a enfrentar limitações crescentes, mesmo sendo áreas que, além de sua importância social, exercem papel estratégico para o crescimento econômico. Com a promulgação da EC95/2016, em 2017 os recursos direcionados para essas atividades econômicas passaram a ser corrigidos apenas pelos percentuais mínimos previstos na Constituição: 18% da receita líquida de impostos para a educação e 15% da receita corrente líquida para a saúde. Entretanto, a partir de 2018, esses mínimos constitucionais não foram revogados, porém congelados por 20 anos, sob a justificativa de equilibrar as contas públicas. Com isso, essas duas áreas passaram a serem corrigidas de acordo com a inflação (IPCA).

⁴² Com o *impeachment* da então Presidente Dilma Rousseff, o vice-presidente Michel Temer assumiu a presidência, com o objetivo de recuperar a economia brasileira e implementar um novo regime fiscal.

Porém, em 2023, o novo Governo sanciona a Lei Complementar 200/23, substituindo o Teto de Gasto (EC95/16), com o objetivo de garantir a estabilidade macroeconômica, o crescimento socioeconômico e manter o equilíbrio entre a receita (arrecadação) e as despesas (Art. 1º da Lei Complementar nº 200, de 30/08/2023). Esse Novo Arcabouço Fiscal estabelece que o crescimento das despesas primárias não será inferior a 0,6% ao ano e nem superior a 2,5% no mesmo ano. Desta forma, o teto para o crescimento das despesas primárias ficou fixadas em no máximo 2,5% acima da inflação, com exceção dos pagamentos de juros e amortização da dívida pública. Além disso, a meta de resultado primário (em relação ao PIB), ficou estabelecida da seguinte forma: para 2024, déficit zero; para 2025, superávit de 0,5%; e para 2026, superávit de 1%, com uma banda de tolerância de 0,25% para mais ou para menos, permitindo flexibilidade nos objetivos fiscais conforme a oscilação da economia brasileira.

Assim, com a revogação da EC 95/2016, os percentuais mínimos constitucionais para os recursos destinados à educação e à saúde pública foram restabelecidos. Entretanto, apesar da garantia desse piso legal, a compressão fiscal ainda limita a capacidade de investimento nesses setores, comprometendo o avanço científico e tecnológico do país. Essas duas atividades econômicas, juntas, formam o núcleo tecnológico do país, fazendo parte dos mais de 60% dos investimentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizados pelo setor público brasileiro (IBGE, 2023).

Considerando o exposto, as políticas analisadas na presente Tese se inserem nesse contexto de contenção fiscal, no qual a busca pela sustentabilidade das finanças públicas impõe desafios significativos a manutenção e a expansão dos serviços públicos. Todavia, embora existam políticas públicas específicas voltadas para as áreas de Educação e Saúde Pública, não foram identificadas, no escopo deste estudo, políticas que integrassem ambas as atividades, e ao mesmo tempo, que direcionassem seus investimentos para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Essa lacuna evidencia a ausência de políticas públicas que forneçam informações integradas entre os dois setores, o que seria essencial para a implementação do choque desta pesquisa. Assim, tornou-se necessário construir cenários de simulações que permitissem avaliar os impactos de diferentes trajetórias de Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) da Educação e Saúde Pública a partir do aumento do Consumo do Governo na mesma proporção. Com essa finalidade, foram elaborados cenários em

que o gasto do Governo por Educação e Saúde Pública torna-se endógena para que a variável de investimento de P&D desses serviços fiquem exógena. O objetivo foi calcular endogenamente o aumento dos gastos/consumos do Governo por Educação e Saúde Pública a fim de ampliar os investimentos de P&D em 1% no primeiro momento de análise das simulações e o incremento acumulado de 10% em um segundo momento.

Dessa forma, a partir desses choques positivos, foram construídos quatro cenários de simulações de políticas e mais dois cenários alternativos. O cenário 1 denominado de orçamento livre e sem Produtividade Total dos Fatores de Produção (PTF), caracteriza-se pela ausência de restrições fiscais rígidas. Nessa configuração, permite-se que o aumento do consumo público por Educação e Saúde pública gere possíveis déficits/superávits orçamentários, mantendo-se a poupança do Governo em relação ao PIB como uma variável endógena. Além disso, assume-se que a PTF permaneça exógena, ou seja, o modelo não calcula ganhos de produtividade decorrentes desses novos investimentos públicos em P&D.

O cenário 2, intitulado de orçamento livre e com PTF, mantém a premissa fiscal de flexibilidade, onde o aumento dos gastos pode gerar déficits/superávits absorvidos pela poupança do Governo (variável endógena). A principal alteração reside em tornar endógena a PTF. Diferentemente do cenário anterior, aqui o modelo é configurado para capturar a resposta técnica: assume-se que o investimento em P&D nos setores de Educação e Saúde Pública resulta efetivamente em ganhos de produtividade para essas duas atividades econômicas.

O Cenário 3, denominado de orçamento equilibrado por taxação, introduz uma restrição fiscal rígida ao modelo. Diferentemente dos cenários anteriores, o aumento dos gastos Governamentais em Educação e Saúde pública é integralmente compensado por um ajuste na arrecadação, visando manter constante o saldo orçamentário em relação ao PIB. Para operacionalizar esse fechamento, a variável de deslocamento geral de impostos (diretos e indiretos) torna-se endógena, ajustando-se automaticamente para cobrir as despesas. A PTF permanece exógena, anulando quaisquer efeitos de produtividade endógena decorrentes do investimento de P&D nos respectivos setores públicos.

No Cenário 4, intitulado de orçamento equilibrado por redução de gastos em outros setores públicos, estabelece uma restrição fiscal onde a expansão dos investimentos em

Educação e Saúde pública é compensada internamente pelo próprio Governo. Para manter o saldo orçamentário em relação ao PIB constante, o modelo torna endógena a variável de deslocamento das demandas Governamentais, forçando uma redução nos demais segmentos de consumo público. Assim como nos cenários 1 e 3, a PTF permanece exógena, assumindo-se a inexistência de efeitos de produtividade. Dessa forma, os mecanismos de simulação adotados nesta tese são apresentados de forma mais clara no Quadro 4, que sintetiza a estratégia utilizada para a aplicação dos choques de maneira organizada.

Posteriormente, foram introduzidos dois choques adicionais sob um regime de restrição fiscal como já descritos nos Cenários 3 e 4. Porém, ao contrário do primeiro momento em que o valor do choque era de 1% sob os investimentos de P&D, aqui adicionou-se um choque ano a ano de 0,3820% acumulando 10% em 2050 (Quadro 4). O objetivo foi verificar se ao expandir os períodos de análises até 2050 e ao mesmo tempo o valor do choque como a economia brasileira se comportaria a partir dessa mudança de choque e períodos.

Além disso, outro aspecto importante é a capacidade de modelar choques e suas repercussões ao longo de vários períodos, o que torna possível avaliar trajetórias orçamentárias e seus impactos econômicos em diferentes horizontes temporais. Essa abordagem mais realista permite analisar como os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), oriundos dos setores de Educação e Saúde pública, contribui para o crescimento econômico do país. Assim, o modelo dinâmico recursivo oferece uma estrutura teórica mais adequada para entender as interações complexas entre políticas fiscais, evolução do capital (físico e de conhecimento) e o mercado de trabalho, proporcionando desse modo, resultados mais consistentes.

Quadro 4 - Cenários de políticas para aumentos de investimentos de P&D na Educação e Saúde Pública

Cenário	Choque	Detalhes
Cenário 1: orçamento livre (2026 - 2041)	Aumento de 1% de investimento de P&D na Educação e Saúde Pública (2026)	Efeitos do investimento de P&D a partir do aumento do consumo do Governo por Educação e Saúde Pública sem restrição no orçamento público e sem efeitos endógenos de produtividade de fatores de produção nos referidos setores públicos.
Cenário 2: orçamento livre e PTF (2026 - 2041)	Aumento de 1% de investimento de P&D na Educação e Saúde Pública (2026)	Diferença em relação ao cenário 1: acrescentam-se os efeitos endógenos de produtividade gerado pelos investimentos de P&D na Educação e Saúde Pública.
Cenário 3: orçamento equilibrado por taxaço (2016 - 2041)	Aumento de 1% de investimento de P&D na Educação e Saúde Pública (2026)	Diferença em relação ao cenário 1: mantém-se constante o saldo orçamentário em relação ao PIB. A compensação orçamentária ocorre a partir de um aumento proporcional na receita tributária pela mudança na alíquota de imposto.
Cenário 4: orçamento equilibrado por gastos (2026 - 2041)	Aumento de 1% de investimento de P&D na Educação e Saúde Pública (2026)	Diferença em relação ao cenário 1: mantém-se constante o saldo orçamentário em relação ao PIB. Contudo, diferentemente do Cenário 3, a compensação orçamentária ocorre a partir da redução dos demais itens de consumo do Governo.
Cenários Alternativos		
Cenário 5: orçamento equilibrado por gastos (2026 - 2050)	Aumento de 0.3820% ano a ano de investimento de P&D na Educação e Saúde Pública, acumulando 10% (2050)	Diferença em relação ao cenário 1: mantém-se constante o saldo orçamentário em relação ao PIB. A compensação orçamentária ocorre a partir de um aumento proporcional na receita tributária pela mudança na alíquota de imposto.
Cenário 6: orçamento equilibrado por gastos (2026 - 2050)	Aumento de 0.3820% ano a ano de investimento de P&D na Educação e Saúde Pública, acumulando 10% (2050)	Diferença em relação ao cenário 1: mantém-se constante o saldo orçamentário em relação ao PIB. Contudo, diferentemente do Cenário 3, a compensação orçamentária ocorre a partir da redução dos demais itens de consumo do governo.

Fonte: Elaboração própria.

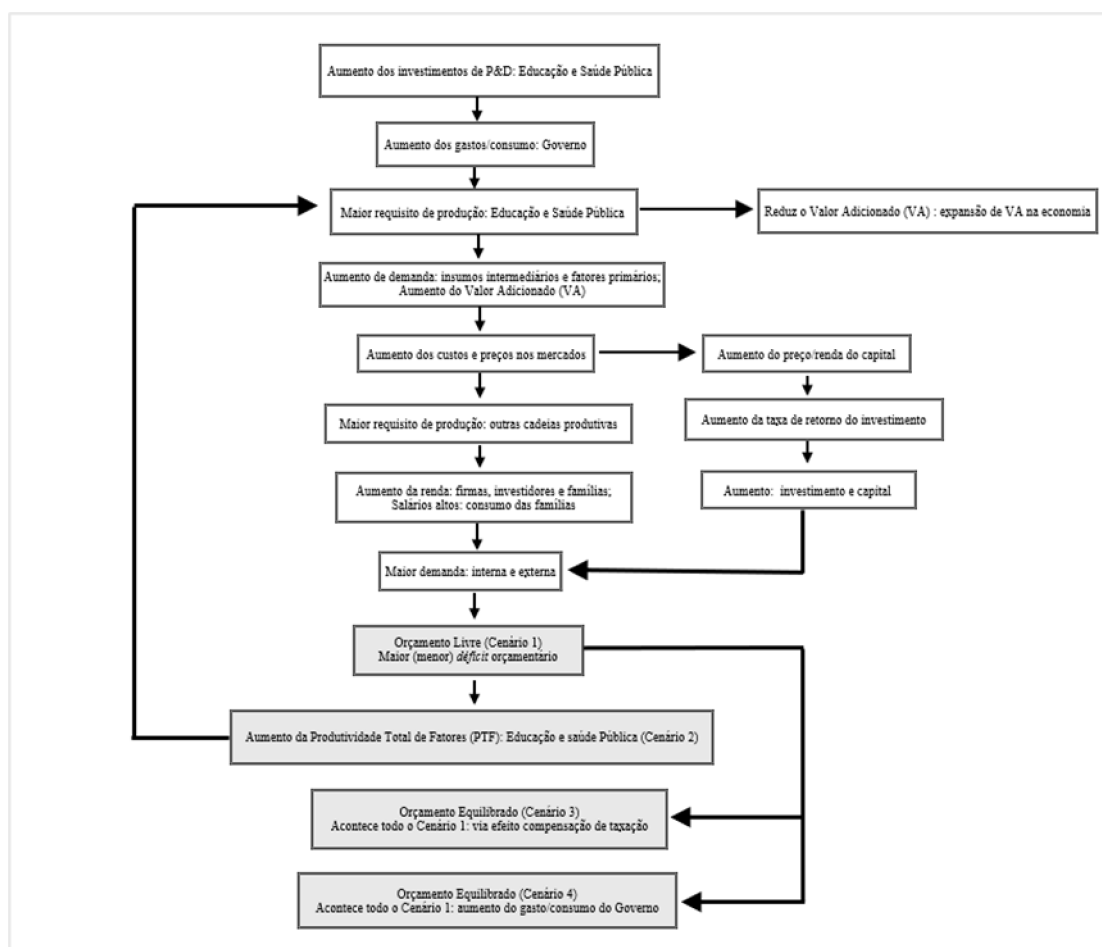
6.4 Mecanismos de causalidade

As simulações de políticas desenhada na presente Tese, consistem em um conjunto de choques de expansão dos investimentos de P&D nos setores de Educação e Saúde Pública. Assim, a Figura 6 ilustra as principais relações de causalidade dos mecanismos de choques.

Considerando o ano de simulação dos instrumentos de políticas, observa-se um conjunto de impactos oriundos do comportamento otimizador dos agentes econômicos. O choque de aumento dos investimentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) pelos setores de Educação e Saúde Pública provoca um crescimento do gasto/consumo do Governo,

umentando os requisitos de produção desses dois setores produtivos. Assim, por conta dessa expansão produtiva, esses segmentos passam a necessitar de mais insumos de produção, ampliando sua demanda por fatores primários e insumos intermediários, incluindo tanto o capital físico quanto o capital de conhecimento, bem como o fator trabalho. Logo, a maior demanda no mercado de fatores pressiona seus preços, o que é transmitido para o sistema produtivo, dada a interdependência setorial do modelo, gerando, portanto, um aumento generalizado dos custos e preços setoriais (efeito-preço).

Figura 6 – Relação de causalidade dos principais mecanismos de choque



Fonte: Adaptado de Betarelli Junior (2013) e Proque (2019).

Adicionalmente, pelo lado da oferta, o aumento dos níveis de preços estimula os fornecedores dos setores de Educação e Saúde Pública a ampliarem sua capacidade de produção. Esse movimento ativa outras cadeias produtivas. Assim, o crescimento produtivo generalizado desencadeia maior remuneração dos fatores primários, promovendo o aumento de renda dos agentes econômicos: produtores, investidores e famílias e impulsionando a demanda interna desses agentes.

Porém, quando o preço do capital cresce, seu estoque não se movimenta no primeiro momento, sendo nulo nesse período (curto prazo). Entretanto, o mercado de trabalho tem um crescimento inicial, provocado pelo efeito-atividade. Assim, setores mais intensivos em trabalho terão maior facilidade em fornecer insumos a expansão das atividades de Educação e Saúde Pública. Já os segmentos produtivos mais intensivos em capital terão maior dificuldade, o que pressionará ainda mais seu preço, uma vez que a demanda cresce e a oferta não consegue responder na mesma magnitude. Esse contexto inicial das simulações de política (Figura 6), descreve um ambiente econômico em que o Governo opera sem restrições de orçamento (orçamento livre). Assim, dada a expansão da atividade produtiva, ampliar os gastos/consumo do Governo preveria efeitos positivos superando o *déficit* orçamentário.

Além disso, a expansão dos investimentos de P&D pela Educação e Saúde Pública é amplificada levando em consideração os efeitos oriundos de um choque de Produtividade Total dos Fatores (PTF), mantendo o orçamento do Governo livre (Cenário 2). Essas atividades ao ampliarem seus requerimentos produtivos tornam seu processo de produção mais eficiente, obtendo a mesma quantidade de produto ao utilizar menos fatores de produção ou, alternativamente, ampliam sua produção fazendo uso da mesma quantidade de insumos. A maior eficiência produtiva (quedas dos custos) e queda dos níveis de preços libera um excedente de fatores primários na economia. Essa queda dos preços induz o crescimento da demanda nos diversos mercados, seja em função do aumento das atividades setoriais e investidores ou dos níveis de renda das famílias (Proque, 2019). Assim, o mercado interno se expande, promovendo o crescimento de produção e, portanto, diminuindo a competitividade setoriais.

Já a expansão do consumo do Governo para os investimentos de P&D, requer um acréscimo na sua receita na mesma proporção. Para isso, o aumento desse gasto é financiado sob a hipótese de um orçamento equilibrado via crescimento da carga tributária (direta e indireta) nos demais setores produtivos (cenário 3). A compensação dessa receita desencadeia desvios entre os cenários (1 e 3). Assim, os efeitos sobre a arrecadação de impostos são negativos na economia, de modo que, se essa distorção for maior do que o resultado do cenário 1 (orçamento livre), o crescimento sobre o Produto Interno Bruto (PIB) será negativo.

De outro modo, se o gasto do Governo não for compensado por aumento da carga tributária, em razão da queda de arrecadação, os desvios acumulados ao longo do tempo, seriam maiores no contexto de orçamento livre (cenário 1). Logo, os custos de produção crescem, diminuindo a rentabilidade tanto do capital físico quanto de conhecimento, provocando um desestímulo nos seus investimentos (físico e de P&D) na economia. Ainda, o incremento dos impostos provoca um aumento geral dos níveis de preços, desestimulando a demanda nos diversos mercados produtivos, seja em virtude da queda de rentabilidade dessas atividades setoriais, dos investidores e da renda real das famílias.

Por fim, considera-se ainda o contexto em que o orçamento do Governo é equilibrado, porém, com seu financiamento ocorrendo pela queda de consumo em outras atividades públicas (cenário 4) na mesma proporção do seu consumo. Assim, nesse cenário toda receita adquirida é realocada para os investimentos de P&D pela Educação e Saúde Pública. Comparativamente, o efeito causalidade nesse cenário apresenta desvios acumulados em relação ao cenário 1, onde a expansão dos gastos do Governo impulsiona a demanda agregada e os níveis de preços na economia. Todavia, a retração de demanda nos setores onde o Governo reduziu seus custos libera recursos produtivos para Educação e Saúde Pública, reduzindo seus preços e ampliando o capital. Ainda, há um desestímulo na economia por conta da queda de demanda em outras áreas públicas impulsionando o PIB para baixo, porém com um saldo positivo, mas inferior ao efeito mostrado no cenário 1.

Destarte, nesse contexto são observados os principais caminhos de propagação de causa e efeito da política de expansão nos investimentos de P&D pelos setores públicos de Educação e Saúde, destacando um cenário de simulação estática, e considerando 4 cenários de simulações. Entretanto, como o modelo BIM-RD é de dinâmica recursiva, seus mecanismos intertemporais permitem apresentar a análise de política e seus efeitos ao longo do tempo. Assim, os impactos gerados ao longo da série temporal apresentarão maior ou menor sensibilidade as variáveis econômicas em relação a implementação de política (Bahia, 2019).

Nesse sentido, a resposta temporal dependerá da intensidade relativa das forças entre o efeito-preço e efeito-atividade no ano da adoção da política. Se o efeito atividade superar o efeito preço, observa-se, inicialmente, uma expansão nos níveis de investimento

(Betarelli Junior, 2013; Proque, 2019; Bahia, 2019). Dessa forma, dado que o capital se acumula com defasagem em relação ao investimento, a pressão de demanda, ao elevar sua remuneração, faz com que sua taxa de retorno presente seja superior aos seus custos de uso. Assim, essa diferença estimula os investimentos no período corrente, criando uma expectativa que tende a se sustentar nos anos subsequentes. Dessa forma, à medida que o fluxo de investimento cresce, o capital tende a acompanhar essa trajetória de expansão contínua (Betarelli Junior, 2013).

7 RESULTADOS

Este capítulo apresenta e discute os resultados econômicos das simulações realizadas pelo modelo BIM-RD. O crescimento dos investimentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) pelos setores de Educação e Saúde Pública, foi simulada considerando que os gastos/consumos do Governo aumentassem na mesma proporção dessa expansão. Ainda, considerou-se o contexto de restrições fiscais persistente na economia brasileira. Assim, implementou-se em um primeiro momento quatro estratégias de choques para todos os cenários de política (1,2,3 e 4), seguido por dois cenários adicionais (5 e 6) conforme detalhado na seção 6.3, totalizando 6 simulações para cada setor e perfazendo 12 projeções distintas. Ademais, cabe destacar que as estimativas implementadas não incorporaram políticas específicas, bem como, estímulos econômicos para cada setor. O objetivo foi identificar os impactos do crescimento dos investimentos de P&D por esses segmentos produtivos sobre o a criação do Capital de Conhecimento, bem como, seus impactos sobre indicadores e variáveis intrasetoriais, setoriais e macroeconômicas na economia brasileira. Assim, na primeira seção deste capítulo analisa-se os resultados de elasticidade implícita e seu efeito propagação economia via análises intrasetoriais. Na segunda parte verifica-se os impactos setoriais, e por fim, na terceira seção, os resultados macroeconômicos, considerando os choques de 1 % e 10%.

7.1 Elasticidade Implícita e efeito propagação na economia

Esta seção apresenta o panorama inicial de cada um dos setores de Educação e Saúde Pública diante dos resultados de política oriundos de um choque de aumento de 1% nos investimentos de P&D, e como esses efeitos se propagariam na economia brasileira a partir do comportamento de cada simulação (cenários de 2 a 4) em relação ao cenário 1. Além disso, os dados são analisados em contextos alternativos de orçamento do Governo. Na primeira situação, o orçamento é livre; já na segunda demonstração o orçamento é equilibrado. Ademais, cada simulação é apresentada em termos de indicadores intrasetoriais, em variações percentuais (%) e em R\$ bilhões.

A participação multissetorial entre universidades, institutos de pesquisa, hospitais e laboratórios públicos tem tornado esses órgãos como os principais protagonistas na expansão de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Brasil (Gadelha *et al.*, 2020). Todavia, a maturação desses investimentos requer um determinado período de tempo

(defasagens) para que seus efeitos sejam de fato efetivados e observados na estrutura produtiva (Griliches, 1998; 1979).

Com base nisso e conforme a Tabela 4, observa-se que a difusão dos investimentos em P&D iniciada em 2026, persistiriam em desvios acumulados até 2041. Esse efeito seria verificado numa conjuntura em que o orçamento do Governo seria livre (cenários 1). Assim, os setores de Educação e Saúde Pública continuaria registrando variações positivas em 0,66% e 0,57%, respectivamente, em 2041, último ano de política.

A Tabela 4 mostra ainda que, no cenário 2 (que implementa o efeito produtividade da PTF endógena), no primeiro ano de política (2026) haveria um desvio acumulado de variação nula (0,00%). Isso indicaria que o choque incremental na simulação seria idêntico em termos reais nos dois cenários (1 e 2). Ou seja, o ganho de produtividade não é imediato, se materializando somente no longo prazo, o que seria possível observar efeito propagação de produtividade somente em 2041, de modo que o ajuste seria de 0,15% para a Educação Pública e 0,07% para a Saúde Pública. Esse comportamento sugeriria que, embora o choque de política seja de pequena magnitude, o impacto ocorrido se manteria positivo na economia brasileira ao longo do intervalo dos 15 anos analisados. Por sua vez, para que esses efeitos pudessem se concretizar por completo na estrutura produtiva do país, haveria necessidade de um horizonte temporal superior.

Além disso, o ganho de eficiência produtiva (PTF – cenário 2) também expandiria a despesa real do Governo, que cresceria 2,06% na Educação Pública e 2,88% na Saúde Pública. Tal resultado seria reflexo da expansão do nível de atividade, que aumentaria na mesma magnitude em ambos os setores produtivos. Por outro lado, a despesa nominal do Governo divergiria entre esses dois segmentos, de modo que, para a Educação Pública esse consumo seria de -0,22% em 2041. Esse resultado estaria atrelado a queda dos custos unitários de produção advindos da eficiência produtiva (PTF), que por sua vez, proporcionaria ao setor aumentar sua produção de P&D com menos insumos produtivos (por exemplo, pesquisadores, computadores, entre outros), liberando uma parcela desses fatores produtivos para o mercado. Em contrapartida, essa mesma despesa para o setor de Saúde Pública cresceria no mesmo período. Apesar do setor ter expandido seus serviços ao usufruir da queda dos seus custos com a PTF, o seu crescimento real (efeito-atividade) superaria os menores níveis de preços (efeito-preço), de modo que, a despesa nominal do Governo ampliaria e geraria um crescimento positivo de 0,78%.

Ainda, na simulação de orçamento livre (cenário 2) haveria uma queda de -0,50% nos investimentos em capital físico no setor de Educação Pública em 2041. Esse desvio acumulado negativo ocorreria por conta da queda de rentabilidade do capital, oriunda da PTF endógena que permitiria o setor produzir mais, com menos uso desse insumo de produção. Isso liberaria esse fator para o mercado, criando um excedente de oferta que pressionaria seus preços e sua rentabilidade para baixo. A menor remuneração desse fator influenciaria negativamente a sua expectativa de retorno, desestimulando seus investimentos nos anos subsequentes. Assim, em um cenário com produtividade (cenário 2), o investimento em capital físico se situaria abaixo do nível observado no cenário 1, onde representaria um crescimento acumulado de 0,81% em 2041. No que tange ao setor de Saúde Pública, seus resultados apresentariam um crescimento adicional em 0,04% nesse tipo de investimento. Essa maior demanda, apesar de pequena, criaria uma pressão sobre a oferta desse insumo e promoveria um aumento de seus custos em 2,04% em 2041.

Por sua vez, no contexto de orçamento equilibrado onde o ajuste ocorreria via aumento da carga tributária (cenário 3), os investimentos de P&D para a Educação e Saúde Pública se propagariam na economia numa trajetória positiva de 0,53% e 0,50%, respectivamente até 2041. Esse resultado, superariam as distorções negativas dos impostos. Somado a isso, a despesa real do Governo e o nível de atividade econômica cresceriam igualmente para ambos os indicadores, sendo de 0,59% para a Educação e 0,52% para a Saúde. Além disso, como as atividades produtivas (efeito - atividade) se propagariam, com ela veria o aumento dos seus custos (efeito-preço). Contudo, o efeito – atividade superaria o efeito – preço criando um crescimento do gasto nominal do Governo que seria de R\$1.561,83 bilhões em 2041.

Por outro lado, considerando a compensação da receita por meio de uma redução do consumo público em outros setores (cenário 4), os investimentos de P&D também apresentariam uma trajetória permanente na economia, de modo que, seus valores seriam de 0,59% na Educação e 0,53% na Saúde em 2041.

Tabela 4 – Impactos intrasetoriais dos Investimentos em P&D

Indicadores intrasetorial	Orçamento livre				Orçamento equilibrado			
	Cenário 1 (sem PTF)		Cenário 2: efeito adicional de PTF sobre Cenário 1 (var.%)		Cenário 3 (Taxação)		Cenário 4 (Gastos)	
	2026	2041	2026	2041	2026	2041	2026	2041
<i>(a) Educação Pública</i>								
Investimento real de P&D (var.%)	1.00	0.66	0.00	0.15	1.00	0.53	1.00	0.59
Custo do investimento de P&D (var.%)	0.60	0.14	-1.22	-5.98	0.12	0.14	0.10	0.04
Investimento nominal de P&D (R\$ milhões)	508.36	107.98	-0.46	-0.91	355.24	90.60	349.33	85.99
Despesa real do Governo (var.%)	0.57	0.57	2.06	2.06	0.59	0.59	0.56	0.56
Despesa nominal do Governo (R\$ bilhões)	5457.70	1671.29	-0.29	-0.22	3301.70	1561.83	3024.90	1343.32
Nível de atividade (var.%)	0.57	0.57	2.06	2.06	0.59	0.59	0.56	0.56
Investimento em capital físico (var.%)	1.20	0.81	-0.59	-0.50	1.39	0.10	1.28	0.55
Custo do Investimento em capital físico (var.%)	0.55	-0.26	-0.29	0.06	-0.08	0.63	-0.01	0.03
<i>(b) Saúde Pública</i>								
Investimento real de P&D (var.%)	1.00	0.57	0.00	0.07	1.00	0.50	1.00	0.53
Custo do investimento de P&D (var.%)	0.24	0.07	0.52	-2.72	0.00	0.07	-0.02	0.02
Investimento nominal de P&D (R\$ milhões)	36.79	8.05	0.10	-0.28	29.63	7.22	28.99	6.88
Despesa real do Governo (var.%)	0.51	0.51	2.88	2.88	0.52	0.52	0.50	0.50
Despesa nominal do Governo (R\$ bilhões)	2338.20	811.32	0.78	0.78	1716.50	841.56	1608.90	722.52
Nível de atividade (var.%)	0.51	0.51	2.88	2.88	0.52	0.52	0.50	0.50
Investimento em capital físico (var.%)	1.10	0.62	-0.09	0.04	1.19	0.29	1.12	0.49
Custo do Investimento em capital físico (var.%)	0.28	-0.13	0.78	2.04	-0.04	0.30	0.00	0.01

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Também, haveria diminuição dos custos desse capital, que apesar de ter tido um aumento marginal em 0,04% para a Educação Pública e 0,02% para a Saúde Pública em 2041, seriam estes inferiores aos cenários (1, 2 e 3). A despesa real cresceria na mesma proporção do nível de atividade, que seria de 0,56% na Educação Pública e 0,50% na Saúde Pública. No entanto, em ambas as atividades, a despesa nominal seria positiva, porém apresentariam valores significativamente menores que nos cenários 1 e 3, onde a Educação Pública teria R\$ 1343.32 bilhões e a Saúde Pública R\$ 722.52 bilhões no longo prazo (2041).

Deste modo, o comportamento dos choques de política evidenciaria efeito propagação na estrutura produtiva, revelando assim, a magnitude com que cada uma dessa atividade econômica representaria para a economia brasileira ao longo dos 15 anos de política. Logo, com base na Tabela 5 é possível verificar como essa importância seria apresentada a partir de alguns dos principais indicadores de um sistema econômico: Despesa/PIB, Despesa/Despesa total do Governo, VBP/VBP nacional, Investimento de P&D/gasto total do Governo e Investimento de P&D/PIB (intensidade de P&D).

Destarte, na Tabela 5, os dados são apresentados via diferença entre o cenário de referência (*baseline*) e os cenários de política. Seus resultados foram multiplicados por 100 e expressos em pontos percentuais (p.p). Além disso, dado que o objetivo central desta etapa é analisar como os investimentos de P&D oriundos dos setores de Educação e Saúde Pública afetariam a dinâmica da estrutura econômica do país sob diferentes indicadores econômicos e distintas regras fiscais, a inclusão do cenário 2 (PTF endógena) introduziria um ganho exógeno de eficiência produtiva, não sendo objetivo da referida Tabela 5.

Sob essa ótica, o ganho de participação do Valor Bruto de Produção (VBP) de ambos os setores em relação ao Valor Bruto de Produção (VBP) nacional se propagaria no longo prazo, observando-se também uma homogeneidade dos resultados, independentemente do tipo de regra de fechamento fiscal adotada. Assim, tem-se um incremento de 0,01 pontos percentuais (p.p) em 2041, tanto para a Educação Pública quanto para a Saúde Pública. Isso significaria que o choque de investimento de P&D nesses segmentos alteraria a estrutura produtiva de tal forma que, para cada R\$ 1 bilhão produzido na economia brasileira em 2041, ambos contribuiriam com R\$ 100 mil (Tabela 5). Esse

resultado explicaria a própria característica do setor, que por serem serviços públicos sua produção é majoritariamente contabilizada como despesa de consumo da demanda final do Governo, não ofertando insumos as demais atividades econômicas (Cabral e Perobelli, 2012; Holguin, 2021).

Tabela 5 – Participação dos Indicadores intrasetoriais sob diferentes cenários de política

Indicadores intrasetorial	Cenário 1		Orçamento equilibrado			
	(Orçamento livre)		Cenário 3		Cenário 4	
	2026	2041	2026	2041	2026	2041
<i>(a) Educação Pública</i>						
Despesa / PIB	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02
Despesa / Despesa total do Governo	0.11	0.12	0.11	0.09	0.15	0.14
VBP / VBP nacional	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
Investimento de P&D / Gasto total do Governo	1.49	0.77	1.43	0.49	1.7	0.87
Investimento de P&D / PIB	0.28	0.18	0.3	0.12	0.29	0.15
<i>(b) Saúde Pública</i>						
Despesa / PIB	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Despesa / Despesa total do Governo	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07
VBP / VBP nacional	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Investimento de P&D / Gasto total do Governo	0.13	0.07	0.13	0.06	0.14	0.07
Investimento de P&D / PIB	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Destarte, as projeções em modelos de EGC captam transmissões e efeitos diferenciados nos mercados em virtude de suas assimetrias de custos e de demanda. Desse modo, na Tabela 5, além da diferença das suposições de orçamento livre (cenário 1) e equilibrado (cenário 3 e 4), os resultados representam exclusivamente os efeitos dos impactos gerados conforme o volume que cada segmento investe em P&D no país.

Os dados do SCN (IBGE, 2023) retratam exatamente essa configuração. Assim, do valor total investidos em P&D Público entre os anos de 2015 e 2021, a Educação Pública obteve uma participação sempre acima de 50%, registrando 59,56% (2015) e 54,78% (2021), e a Saúde Pública não chega a 10%, apresentando 5,53% (2015) e 7,52% (2021). Desse modo, ao aplicar um choque de aumento de 1% nos investimentos de P&D no cenário 1 (orçamento livre), no primeiro ano (2026), o fomento à Educação Pública exigiria um esforço alocativo de 1,49 (p.p) no Gasto Total do Governo, o que elevaria a intensidade de P&D (P&D/PIB) em 0,28 (p.p), enquanto a Saúde Pública demandaria um montante de apenas 0,13 (p.p) na mesma despesa do Governo, o que repercutiria em um

crescimento marginal de 0,02 (p.p) no mesmo indicador. Cabe ressaltar que esse resultado não invalidaria a composição do núcleo tecnológico do país (Capítulo 2), tendo em vista que, conjuntamente, ambos os setores respondem por mais de 60% do P&D Público (IBGE, 2023).

Por outro lado, no Cenário 3, a opção por financiar o fomento via taxaço promoveria um aumento dos custos no curto prazo (2026) dos demais setores produtivos, o que causaria uma retração do PIB dada a diminuição do sistema produtivo desses segmentos. Devido o encolhimento dessa variável, a intensidade de P&D da Educação Pública cresceria em 0,30 p.p. o que exigiria um esforço Governamental de 1,43 p.p. No entanto, a trajetória da política se propagaria na economia até 2041. À medida que a intensidade de P&D se propagaria no sistema produtivo, a atividade econômica se recuperaria e promoveria expansão do PIB. Com este crescimento (denominador), a intensidade de P&D se estabilizaria no longo prazo (2041) em 0,12 p.p., ao mesmo tempo em que se observaria um recuo do Gasto Público para 0,49 p.p.

Alternativamente, no ano do choque de política (2026), um cenário de orçamento equilibrado imposto por restrição fiscal via corte de gastos/consumos (Cenário 4) em outros setores produtivos, geraria um incremento de esforço alocativo de 1,70 (p.p) para um ganho de 0,29 (p.p) de intensidade de P&D pela Educação Pública. Sob a mesma dinâmica, a Saúde Pública no curto prazo (2026), necessitaria de uma demanda do Governo menor de 0,14 (p.p) para um ganho na intensidade de P&D em 0,02(p.p). Tendo em vista que para arcar com essa política sem gerar déficit fiscal o Governo deixou de gastar/consumir em outros setores do Governo, afetando suas estruturas produtivas, retirando de circulação parte dos recursos dessas atividades. Por conta disso, ocorreria uma diminuição da demanda no curto prazo (2026). Com esse choque, o indicador de intensidade de P&D apresentaria um resultado mais contido, uma vez que a retração dos demais setores deprime o PIB, amorteceria o ganho final.

No longo prazo (2041) a economia absorveria o choque de sacrifício fiscal, o que permitiria uma convergência dos resultados, refletindo a absorção do ajustamento estrutural e o efeito propagação na economia. Nesse período, o fomento a P&D amadureceria ao necessitar de menos investimentos de P&D/gastos do Governo, caindo quase pela metade os recursos desses esforços para a Educação e Saúde Pública,

estacionando em 0,87 (p.p) e 0,07(p.p), respectivamente. Essa repercussão positiva no final do choque promoveria uma expansão da intensidade de P&D, sendo de 0,15 p.p (Educação Pública) e 0,01 p.p (Saúde Pública). Nesse período, à medida que os investimentos em P&D se materializam na economia, a participação desses recursos tenderia a se acomodar, ainda que seus resultados fossem inferiores ao cenário de referência da economia.

Para traçar a dimensão de alguns indicadores, em especial da intensidade de P&D, a Tabela 5 dimensionou essa variável dentro do próprio setor fomentado (Educação e Saúde Pública), a Tabela 6 amplia essa análise com o objetivo de capturar o impacto sistêmico na economia brasileira como um todo. Por meio da variável de intensidade de P&D nacional, representada por (RDINTT), mensura a soma de todo o capital de conhecimento (KC) de todos os setores produtivos do país em relação ao PIB, descontando-se a trajetória natural da economia (*Baseline*). Seus resultados líquidos demonstram que o efeito propagação na economia interage com o custo de oportunidade ao longo do tempo, criando trajetórias distintas entre a Educação e a Saúde Pública.

Na Educação Pública, dependendo de como a política foi financiada (Cenários 1, 3 e 4), a propagação dos resultados se mantém continuamente até 2041. No curto prazo (2026), o financiamento de política via taxação (Cenário 3) observa-se um ganho do indicador em 0,0026(p.p). No longo prazo, o ganho diminui para 0,005(p.p), apresentando o efeito propagação. Embora esse efeito continue, o peso do crescimento dos impostos nos setores produtivos promove uma perda de ganho nesses segmentos, reduzindo sua rentabilidade e diminuindo sua capacidade de investir, freando o ganho em toda a economia.

Em contrapartida, a restrição fiscal via corte de despesas mostra-se mais sustentável no longo prazo. Apesar de gerar uma contração inicial (0,0022 p.p. em 2026), ao não repassar a conta para os demais setores em forma de impostos, a economia se ajusta. Sem a carga tributária, essas atividades encontrariam um ambiente mais favorável para internalizar os ganhos de investimentos de P&D oriundos da Educação Pública. Assim, o efeito propagação se consolidaria com um ganho estrutural de 0,0012 (p.p) em 2041, superior ao cenário de taxação (Cenário 3).

Tabela 6 –Intensidade de P&D da Educação e Saúde Pública (%PIB)

Indicadores	2026	2041
<i>(a) Baseline</i>	0.6876	0.7131
<i>(b) Educação Pública</i>		
Cenário 1 (Orçamento livre)	0.6900	0.7150
Cenário 3 (Taxação)	0.6902	0.7136
Cenário 4 (Gastos)	0.6898	0.7143
<i>(c) Saúde Pública</i>		
Cenário 1 (Orçamento livre)	0.6876	0.7134
Cenário 3 (Taxação)	0.6877	0.7127
Cenário 4 (Gastos)	0.6872	0.7129
<i>(a) Educação Pública</i>		
Cenário 1 (Orçamento livre)	0.0024	0.0019
Cenário 3 (Taxação)	0.0026	0.0005
Cenário 4 (Gastos)	0.0022	0.0012
<i>(b) Saúde Pública</i>		
Cenário 1 (Orçamento livre)	0.0000	0.0003
Cenário 3 (Taxação)	0.0001	-0.0004
Cenário 4 (Gastos)	-0.0004	-0.0002

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Nota: A intensidade de P&D refere-se ao consumo doméstico em P&D como percentual do PIB

Ao contrário da Educação, a análise nacional para a Saúde Pública revela uma dinâmica bem diferente. Sob cenários de restrições fiscais, as variações líquidas do país tornaram-se negativas. No Cenário 4 (Corte de Gastos), a intensidade tecnológica do país recuaria -0,0004(p.p.) no curto prazo e -0,0002 (p.p.) no longo prazo em relação à *Baseline*. Surpreendentemente, no longo prazo, até mesmo o Cenário 3 (Taxação) apresentou saldo negativo (-0,0004 p.p.).

7.2 Principais resultados setoriais

Esta seção apresenta os resultados dos impactos dos cenários de políticas sobre outros setores da economia, levando em consideração em sua grande maioria, utilizem os investimentos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no seu processo de produção. Os impactos dos cenários de política entre esses segmentos produtivos variam, dependendo da relação que eles possuem com a Educação e a Saúde Pública.

Para operacionalizar os dados e garantir consistência com a estrutura das atividades econômicas contidas na matriz de Insumo-Produto (MIP-2015) utilizada nesta Tese, os setores foram organizados em três Subsetores. No primeiro, as indústrias foram

classificadas por tipos de intensidades de P&D. Nesta categorização, tomou-se como base a classificação utilizada pela OCDE (2016). Conforme o órgão, esses segmentos são divididos em: alta intensidade de P&D, média-alta intensidade de P&D, média-baixa intensidade de P&D e baixa intensidade de P&D (OCDE, 2016). Além disso, nessa etapa foi possível identificar o comportamento de setores da indústria de transformação e de serviços, incluindo os Serviços Intensivos em conhecimento (KIBS). No segundo subsetor, utilizou-se três grandes grupos de agregação complementar (Agronegócio, indústria e serviços). Por fim, no terceiro subsetor, foi feita uma desagregação conforme sua natureza e esforço para P&D (P&D público, P&D privado e não P&D). Uma desagregação maior oriundos de todos os demais segmentos podem ser vista nos Apêndices (C-D) da presente Tese.

Uma análise setorial detalhada revela o comportamento da economia brasileira frente à alocação de recursos para o choque de aumento dos investimentos em P&D pela Educação Pública. No curto prazo (2026), setores tradicionais como a Agropecuária e a Indústria (em seus diversos níveis de intensidade de P&D) apresentariam retração na produção e nos investimentos físicos, e também no nível de emprego setorial em grande parte dos cenários (1,2,3 e 4). Em virtude do movimento defasado do estoque de capital – que se mantém inalterado no ano inicial da simulação (2026) -, as atividades econômicas exibiriam maiores dificuldades em expandir a produção de imediato para acomodar a nova dinâmica econômica (Proque, 2019). Assim, por exemplo, observando a hipótese de orçamento livre (1 e 2) da Tabela 7 para o ano inicial (2026), a capacidade produtiva da Indústria Média-Alta seria de -0,09%, seguindo da Agropecuária com -0,02%. Essas retrações seriam mais intensificadas quando o financiamento do Governo ocorresse via aumento de impostos em outros setores da economia brasileira (Cenário 3) na Tabela 8.

Esse contexto conseguiria ser observada pela queda drástica do nível emprego que na Agropecuária recuaria em -0,067% e na indústria de Alta Tecnologia, seu desvio seria de -0,077%. Esse resultado mitigaria que o choque de investimento ainda no curto não seria suficiente para acomodar o mercado de trabalho, tendo em vista que, a defasagem anual do capital (físico e de conhecimento) necessitaria de tempo (longo prazo) para se consolidar e ir necessitando durante esse percurso pessoas mais qualificadas para absorver o capital de conhecimento.

Por outro lado, os investimentos aumentariam expressivamente no curto prazo (2026) nos setores diretamente estimulados pela política. O setor de P&D Público, núcleo do choque, registraria expansões de 0,545% no investimento físico sob Orçamento Livre (Cenários 1 e 2) na Tabela 7 e de 0,397% sob Orçamento Equilibrado via redução de Gastos (Cenário 4) da Tabela 8. O crescimento desse tipo de investimento seria acompanhado por um efeito propagação dos níveis de emprego do setor público nos mesmos contextos de cenários, sendo 0,358% e 0,211%, respectivamente.

Os segmentos produtivos de Serviços Médios também apresentariam crescimento nos mesmos cenários, porém redirecionando seus recursos para seus níveis de produção que apresentaria 0,051% no cenário 1 e 0,052% no cenário 2 com equilíbrio orçamentário. Nesse setor, o crescimento dos investimentos tanto em P&D quanto físico seriam acompanhados por um aumento de mão-de-obra que cresceria 0,119% no cenário 1 (Orçamento Livre). Essa atividade econômica atuaria como um canal de transmissão complementar do choque, sendo um dos setores que apresentaria aumento simultâneo dos insumos de capital e trabalho. Ademais, também seria possível observar que, setores tradicionais (Agronegócio e Indústria) no ano do choque de política (2016), sofreriam mais com a rigidez do comportamento defasado do capital e por retrações do emprego.

Contudo, a trajetória de longo prazo (2041) é fortemente condicionada pela regra de fechamento fiscal adotada. Com a diminuição do nível de atividade imposta pela contração orçamentária em outros setores da economia (Cenários 4), os segmentos produtivos passariam a utilizar menos dos insumos produtivos de capital de trabalho no seu processo de produção, o que causaria quedas das taxas de retorno tanto do capital quanto dos investimentos produtivos nos anos seguintes.

Conforme a Tabela 8, a indústria sofreria um desvio negativo na sua produção, sua acumulação de capital físico (KF), e do seu nível de emprego sob à política de equilíbrio orçamentário via aumento de impostos (Cenário 3). Neste cenário, a indústria Média-Alta apresentaria recuos de -0,232%, -0,457 e -0,149%, respectivamente.

Tabela 7 – Desvio acumulado (%) da Intensidade de P&D setorial (choque de Educação Pública)

Setores	Orçamento Livre											
	Cenário 1 (sem PTF)						Cenário 2: efeito adicional de PTF sobre Cenário 1 (var.%)					
	Produção	Emprego	Investimento		Capital		Produção	Emprego	Investimento		Capital	
			P&D	Físico	KC	KF			P&D	Físico	KC	KF
Curto Prazo -2026												
Agropecuária	-0.021	-0.108	-0.419	-0.289	0.001	0.000	-0.021	-0.107	-0.412	-0.288	0.001	0.000
Indústria	-0.050	-0.099	-0.192	-0.057	0.001	0.001	-0.049	-0.099	-0.186	-0.057	0.001	0.001
Baixa	-0.028	-0.045	-0.167	0.003	0.001	0.000	-0.028	-0.045	-0.161	0.003	0.001	0.000
Média -Baixa	-0.048	-0.111	-0.330	-0.034	0.001	0.001	-0.048	-0.110	-0.323	-0.034	0.001	0.001
Média- Alta	-0.090	-0.141	-0.239	-0.180	0.001	0.000	-0.089	-0.141	-0.232	-0.179	0.001	0.000
Alta	0.067	0.091	0.043	0.162	0.000	0.000	0.066	0.090	0.048	0.161	0.000	0.000
Serviços	0.041	0.096	0.383	0.117	0.000	0.001	0.042	0.095	0.386	0.117	0.000	0.001
Baixos	0.038	0.081	0.070	0.198	0.000	0.000	0.038	0.081	0.076	0.198	0.000	0.000
Médios	0.051	0.119	0.514	0.030	-0.001	0.000	0.052	0.199	0.517	0.029	-0.001	0.000
KIBS	-0.010	-0.045	-0.416	0.077	0.001	0.001	-0.010	-0.044	-0.409	0.077	0.001	0.001
P&D Privado	-0.002	0.021	-0.223	0.118	0.002	0.001	-0.002	0.021	-0.217	0.117	0.002	0.001
P&D Público	0.144	0.182	0.545	0.029	-0.001	0.000	0.147	0.181	0.548	0.028	-0.001	0.000
Setores não P&D	0.001	0.009	-0.840	0.011	0.000	0.000	0.001	0.009	-0.832	0.011	0.000	0.000
Orçamento Livre												
Setores	Cenário 1 (sem PTF)						Cenário 2: efeito adicional de PTF sobre Cenário 1 (var.%)					
	Produção	Emprego	Investimento		Capital		Produção	Emprego	Investimento		Capital	
			P&D	Físico	KC	KF			P&D	Físico	KC	KF
	Longo Prazo - 2041											
Agropecuária	0.033	-0.043	0.060	-0.068	0.013	0.067	0.033	-0.042	0.062	-0.069	0.015	0.067
Indústria	0.032	-0.099	-0.050	0.113	0.090	0.270	0.032	-0.099	-0.044	0.113	0.096	0.269
Baixa	0.036	-0.089	-0.075	-0.010	0.080	0.261	0.036	-0.088	-0.068	-0.010	0.086	0.260
Média -Baixa	0.043	-0.085	-0.131	-0.036	0.071	0.239	0.043	-0.084	-0.124	-0.037	0.076	0.238
Média- Alta	0.000	-0.097	0.026	0.207	0.060	0.221	0.000	-0.096	0.031	0.205	0.066	0.221
Alta	0.036	-0.078	-0.044	-0.194	-0.009	0.256	0.036	-0.078	-0.040	-0.194	-0.005	0.255
Serviços	0.113	-0.006	0.294	0.055	0.299	0.305	0.113	-0.006	0.297	0.055	0.301	0.304
Baixos	0.091	-0.073	-0.035	-0.097	0.006	0.307	0.091	-0.073	-0.031	-0.097	0.010	0.306
Médios	0.139	0.065	0.389	0.159	0.365	0.269	0.140	0.064	0.391	0.158	0.367	0.268
KIBS*	0.066	-0.142	-0.045	-0.195	-0.024	0.256	0.066	-0.142	-0.041	-0.195	-0.020	0.255
P&D Privado	0.083	-0.099	-0.035	0.018	0.058	0.346	0.083	-0.099	-0.030	0.018	0.062	0.345
P&D Público	0.141	0.144	0.407	0.268	0.382	0.310	0.144	0.143	0.409	0.267	0.384	0.309
Setores não P&D	0.120	-0.047	-0.829	0.104	-0.009	0.238	0.120	-0.047	-0.822	0.103	-0.004	0.237

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Nota: desvios % acumulados em relação ao cenário de referência.

* Conhecimento Intensivo em Serviços de Negócios (KIBS).

Em geral, o efeito negativo dos impostos reduziria a rentabilidade dos fatores de produção (capital de trabalho), forçando o setor a operar com uma estrutura produtiva restritiva. Apesar disso, no cenário 4 (Orçamento equilibrado) o efeito negativo dos tributos seria mitigado, uma vez que, a realocação dos gastos preservaria a estrutura produtiva do setor, criando um desvio acumulado de produção e do emprego quase à neutralidade, sendo de -0,016% e -0,023%, respectivamente.

Ademais, sob a hipótese de orçamento livre (Cenário 1- Tabela 7), a maturação dos investimentos de P&D também beneficiaria os setores de serviços, como os KIBS que apresentaria expansão de 0,066% na sua produção e um expressivo acúmulo de capital físico (0,256%) em 2041. Entretanto, com a imposição de restrições orçamentárias, esse cenário se reverteria. Na Tabela 8, o cenário de Orçamento Equilibrado via Taxação (Cenário 3) promoveria um desvio negativo nos setores mais intensivos em P&D. Os KIBS sofreriam forte contração em 2041, com quedas de -0,209% na produção e uma expressiva retração tanto de Capital de Conhecimento (-0,201%) quanto do capital físico (-0,408%). Esses resultados negativos refletiriam diretamente sob o nível de emprego do setor, que repercutiria um desvio acumulado em -0,007%. Isso implicaria que para cada 100 empregos criados na economia, o setor deixaria de criar 7 novas vagas em relação ao cenário base da economia.

Por outro lado, a simulação do choque sob à alocação de recursos de outros setores produtivos (Cenário 4 da Tabela 8), demonstraria uma dinâmica menos distorcida em relação ao Cenário 3. Nesse cenário (4), a capacidade produtiva setoriais seriam preservadas ao evitar aumento dos custos marginais de produção (por tributos). No curto prazo (2026), a economia absorveria a transição de cenário com crescimento que apesar de marginais, permitiria o setor de P&D público expandir seus investimentos em P&D em 0,397% sem impor custos sobre os demais segmentos produtivos (tributos). Por sua vez, no longo prazo (2041), a escolha dessa forma de financiamento da política tornaria ainda mais evidente os ganhos produtivos.

A retração ocorrida no cenário 3 seria quase mitigada, pois a ausência de novos impostos impediria a elevação dos preços da renda do capital. A Indústria de Média-Alta, por exemplo, que sob a taxação sofreria uma queda de -0,457% no seu capital físico (KF), passaria a registrar um desvio quase nulo (-0,003%) no cenário 4. Esse resultado, refletiria em um nível de produção de -0,016% e no emprego de -0,023%, o quase estabilidade. Do setor. Desse modo, nesse cenário, em 2041 o choque de oferta para financiar os investimentos de P&D na Educação Pública permitiria o crescimento do Capital de Conhecimento (KC) no setor público em 0,274% e nos setores de serviços KIBS haveria um crescimento de 0,203% nos investimentos de P&D.

Tabela 8 – Desvio acumulado (%) da Intensidade de P&D setorial (choque de Educação Pública)

Orçamento Equilibrado												
Setores	Cenário 3 (Taxação)						Cenário 4 (Gastos)					
	Produção	Emprego	Investimento		Capital		Produção	Emprego	Investimento		Capital	
			P&D	Físico	KC	KF			P&D	Físico	KC	KF
Curto Prazo -2026												
Agropecuária	-0.013	-0.067	-0.391	-0.234	0.001	0.000	0.000	0.001	-0.103	0.005	0.001	0.000
Indústria	-0.043	-0.066	-0.291	-0.107	0.001	0.000	-0.003	-0.007	-0.104	-0.022	0.001	0.000
Baixa	-0.023	-0.043	-0.200	-0.075	0.001	0.000	0.001	0.000	-0.098	0.010	0.001	0.000
Média -Baixa	-0.052	-0.102	-0.293	-0.220	0.000	0.000	-0.002	-0.005	-0.113	0.002	0.000	0.001
Média- Alta	-0.075	-0.111	-0.331	-0.136	0.000	0.000	0.001	0.000	-0.101	0.011	0.001	0.000
Alta	-0.057	-0.077	-0.251	-0.074	0.000	0.000	-0.005	-0.013	-0.116	-0.024	0.000	0.000
Serviços	-0.031	0.002	0.367	-0.109	0.000	0.000	-0.001	0.010	0.296	-0.008	0.000	0.001
Baixos	-0.045	-0.145	-0.321	-0.150	0.000	0.000	-0.003	-0.007	-0.107	-0.001	0.000	0.000
Médios	0.037	0.091	0.481	-0.058	-0.001	0.000	0.003	0.025	0.368	-0.016	-0.001	0.000
KIBS	-0.046	-0.129	-0.261	-0.134	0.001	0.001	-0.002	-0.006	-0.102	0.003	0.001	0.001
P&D Privado	-0.044	-0.091	-0.280	-0.141	0.002	0.001	-0.003	-0.008	-0.103	-0.006	0.002	0.001
P&D Público	0.149	0.189	0.527	0.166	-0.001	0.000	0.016	0.046	0.397	-0.279	-0.001	0.000
Setores não P&D	-0.026	-0.073	-0.255	-0.099	0.000	0.000	0.000	-0.001	-0.097	0.012	0.000	0.000
Orçamento Equilibrado												
Setores	Cenário 3 (Taxação)						Cenário 4 (Gastos)					
	Produção	Emprego	Investimento		Capital		Produção	Emprego	Investimento		Capital	
			P&D	Físico	KC	KF			P&D	Físico	KC	KF
Longo Prazo - 2041												
Agropecuária	-0.206	-0.135	-0.266	-0.131	-0.164	-0.264	-0.010	-0.018	-0.020	-0.003	-0.010	-0.010
Indústria	-0.223	-0.100	-0.177	-0.327	-0.271	-0.441	-0.011	-0.022	-0.004	-0.016	-0.007	0.000
Baixa	-0.179	-0.055	-0.171	-0.196	-0.197	-0.375	-0.005	-0.015	-0.006	0.007	-0.002	0.011
Média -Baixa	-0.256	-0.142	-0.161	-0.208	-0.310	-0.443	-0.013	-0.024	-0.029	0.009	-0.010	-0.002
Média- Alta	-0.232	-0.149	-0.262	-0.517	-0.290	-0.457	-0.016	-0.023	0.008	0.021	-0.006	-0.003
Alta	-0.085	0.034	0.020	0.176	-0.055	-0.344	-0.006	-0.020	-0.031	-0.034	-0.017	-0.001
Serviços	-0.171	0.051	0.188	-0.173	0.183	-0.425	-0.003	0.005	0.206	-0.006	0.203	0.000
Baixos	-0.205	-0.009	-0.068	0.037	-0.122	-0.438	-0.005	-0.015	0.003	-0.003	-0.018	0.003
Médios	-0.128	0.112	0.267	-0.333	0.278	-0.384	-0.001	0.022	0.264	-0.009	0.258	-0.005
KIBS*	-0.209	-0.007	-0.098	0.139	-0.201	-0.408	-0.010	-0.030	-0.006	-0.001	-0.026	0.002
P&D Privado	-0.234	-0.037	-0.143	-0.160	-0.239	-0.480	-0.011	-0.021	-0.005	-0.002	-0.015	-0.001
P&D Público	0.150	0.214	0.295	-0.326	0.308	-0.273	0.014	0.052	0.280	-0.111	0.274	-0.099
Setores não P&D	-0.257	-0.091	0.309	-0.254	-0.375	-0.368	-0.002	-0.016	-0.045	0.004	-0.024	0.005

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Nota: desvios % acumulados em relação ao cenário de referência.

* Conhecimento Intensivo em Serviços de Negócios (KIBS).

A Tabela 9, por sua vez, muda o foco do choque e passa a tratar da simulação de cenários (1, 2, 3 e 4) em que o setor de Saúde Pública é o segmento que representa a política de investimento de P&D sob a análise setorial. Sobre a premissa de orçamento livre contido na referida tabela, o impacto de simulação seria mais rapidamente capturado pelos setores de serviços. No primeiro ano de política (2026), enquanto alguns setores ainda estariam ajustando seu processo de produção, os Serviços Médios já registrariam expansões de 0,027% na sua produção e 0,049% no seu nível de emprego setorial no Cenário 1.

Ainda, haveria uma queda de produção da Agropecuária e da Indústria de $-0,011\%$ e $-0,024\%$, respectivamente. Como no curto prazo o capital ainda estaria “travado”, o ajuste intertemporal ocorreria via emprego. Nesse caso, a indústria reduziria suas ocupações em $-0,048\%$ e a Agropecuária em $-0,054\%$. Diferentemente dessas duas atividades, o setor da Indústria de Alta Intensidade em P&D apresentaria um crescimento imediato da sua produção ($0,038\%$) e do seu emprego ($0,059\%$). Esse resultado explicaria a necessidade do setor de Saúde Pública por insumos necessários dessa indústria, antes mesmo da maturação da política, propiciando, o aumento dos investimentos físicos do segmento, que cresceria $0,113\%$ em 2026.

Com relação ao comportamento do emprego e da produção no longo prazo (2041), a atividade de P&D público seria o principal beneficiado pela política de orçamento livre, apresentando desvios positivos de $0,076\%$ na produção e $0,057\%$ no emprego (Cenário 2). Por sua vez, os setores de Serviços Médios também seriam beneficiados pela PTF endógena, registrando no período uma expansão expressiva em sua produção ($0,072\%$). A exceção da trajetória ocorreria com os setores tradicionais, a Agropecuária e a Indústria de Média-Baixa intensidade em P&D que sofreriam uma retração relativa no nível de emprego (de $-0,018\%$ e $-0,037\%$, respectivamente), apesar do leve crescimento no produto ($0,019\%$ e $0,025\%$, respectivamente).

Esse resultado possivelmente decorreria de um mecanismo de substituição de fatores induzidos pelo efeito propagação da PTF. Com a maturação da P&D, o aumento da produtividade do trabalho permitiria os setores manterem ou elevarem sua produção com menos mão-de-obra (emprego). Além disso, haveria um efeito substituição intersetorial no qual a demanda por serviços de alta intensidade em P&D, como os KIBS e a Indústria de Alta Intensidade de P&D, cresceria em detrimento de setores menos intensivos em Conhecimento. O impacto negativo sobre os setores tradicionais seria, portanto, amortecido pelo de Capital de Conhecimento (KC).

Tabela 9 - Desvio acumulado (%) da Intensidade de P&D setorial (choque de Saúde Pública)

Setores	Orçamento Livre											
	Cenário 1 (sem PTF)						Cenário 2: efeito adicional de PTF sobre Cenário 1 (var.%)					
	Produção	Emprego	Investimento		Capital		Produção	Emprego	Investimento		Capital	
			P&D	Físico	KC	KF			P&D	Físico	KC	KF
Curto Prazo - 2026												
Agropecuária	-0.011	-0.054	-0.153	-0.147	0.000	0.000	-0.011	-0.055	-0.154	-0.148	0.000	0.000
Indústria	-0.024	-0.048	-0.036	-0.017	0.001	0.000	-0.034	-0.067	-0.035	-0.017	0.001	0.000
Baixa	-0.014	-0.022	-0.029	-0.003	0.000	0.000	-0.014	-0.023	-0.029	-0.003	0.000	0.000
Média -Baixa	-0.023	-0.053	-0.103	-0.019	0.000	0.000	-0.024	-0.054	-0.104	-0.020	0.000	0.000
Média- Alta	-0.044	-0.070	-0.062	-0.092	0.000	0.000	-0.045	-0.070	-0.062	-0.093	0.000	0.000
Alta	0.038	0.059	0.097	0.113	0.000	0.000	0.038	0.060	0.098	0.115	0.000	0.000
Serviços	0.022	0.045	0.035	0.059	0.000	0.000	0.029	0.045	0.035	0.059	0.000	0.000
Baixos	0.021	0.045	0.095	0.102	0.000	0.000	0.021	0.045	0.097	0.103	0.000	0.000
Médios	0.026	0.050	0.060	0.012	0.000	0.000	0.027	0.049	0.060	0.012	0.000	0.000
KIBS *	-0.003	-0.017	-0.139	0.037	0.001	0.000	-0.003	-0.016	-0.139	0.038	0.001	0.000
P&D Privado	0.000	0.013	-0.049	0.059	0.001	0.001	0.000	0.013	-0.049	0.059	0.001	0.001
P&D Público	0.074	0.076	0.060	0.034	0.000	0.000	0.077	0.076	0.060	0.034	0.000	0.000
Setores não P&D	0.002	0.007	-0.366	0.004	0.000	0.000	0.002	0.007	-0.368	0.004	0.000	0.000
Setores	Orçamento Livre											
	Cenário 1 (sem PTF)						Cenário 2: efeito adicional de PTF sobre Cenário 1 (var.%)					
	Produção	Emprego	Investimento		Capital		Produção	Emprego	Investimento		Capital	
			P&D	Físico	KC	KF			P&D	Físico	KC	KF
Longo Prazo - 2041												
Agropecuária	0.017	-0.019	0.040	-0.009	0.013	0.032	0.018	-0.018	0.041	-0.009	0.014	0.033
Indústria	0.019	-0.045	-0.015	0.021	0.040	0.133	0.019	-0.045	-0.015	0.021	0.041	0.134
Baixa	0.016	-0.041	-0.048	-0.029	0.030	0.124	0.017	-0.041	-0.047	-0.029	0.031	0.125
Média -Baixa	0.025	-0.037	-0.025	-0.033	0.027	0.114	0.025	-0.037	-0.024	-0.033	0.028	0.116
Média- Alta	0.005	-0.044	0.011	0.054	0.027	0.111	0.006	-0.044	0.012	0.054	0.029	0.112
Alta	0.031	-0.021	0.032	-0.042	0.015	0.138	0.031	-0.021	0.033	-0.040	0.016	0.139
Serviços	0.060	-0.004	0.037	0.037	0.044	0.151	0.061	-0.004	0.038	0.037	0.044	0.152
Baixos	0.049	-0.026	-0.049	-0.028	0.010	0.153	0.050	-0.026	-0.049	-0.029	0.011	0.155
Médios	0.071	0.025	0.048	0.083	0.050	0.132	0.072	0.025	0.048	0.084	0.050	0.133
KIBS *	0.036	-0.061	0.003	-0.092	-0.002	0.123	0.037	-0.061	0.005	-0.093	0.000	0.124
P&D Privado	0.044	-0.044	-0.004	0.001	0.031	0.172	0.045	-0.044	-0.003	0.001	0.033	0.173
P&D Público	0.073	0.058	0.048	0.144	0.050	0.163	0.076	0.057	0.049	0.144	0.050	0.164
Setores não P&D	0.061	-0.019	-0.318	0.066	-0.069	0.116	0.062	-0.018	-0.317	0.066	-0.066	0.117

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Nota: desvios % acumulados em relação ao cenário de referência.

* Conhecimento Intensivo em Serviços de Negócios (KIBS).

Sob a premissa de Orçamento Equilibrado (Tabela 10) verificaria o incremento do custo imediato para acomodar a política. Quando o Governo opta por financiar o aumento de investimentos em P&D via elevação de impostos (Cenário 3), o ônus negativo seria logo observado. A Indústria de Alta Tecnologia não conseguiria se beneficiar da demanda imediata da Saúde Pública como ocorrido no orçamento livre. Isso seria observada pela

retração imediata de sua produção (-0,023%) e uma queda brusca em seus investimentos em P&D (-0,046%) em 2026. Os serviços KIBS também acompanharia essa queda no primeiro ano da política (-0,021% na produção), o que poderia evidenciar que a retirada de recursos de outros setores produtivos via tributação promoveria uma menor capacidade de investimentos por esses segmentos.

Por outro lado, o financiamento via redução de outros gastos do Governo (Cenário 4) amorteceria esse impacto inicial. No curto prazo (2026), a realocação interna do orçamento permitiria que a economia absorvesse o choque sem afetar outros setores. A Indústria de Alta Tecnologia conseguiria registrar expansões em sua produção (0,003%) e reverteria a queda nos seus investimentos em P&D, crescendo no período 0,034%. Os KIBS também se manteriam estáveis, com uma rápida variação positiva na sua produção (0,001%).

A imposição de restrições orçamentárias alteraria substancialmente a trajetória de expansão gerada pelo choque de investimentos de P&D oriundo do setor de Saúde Pública. Quando o Governo opta por financiar essa política via aumento generalizado dos impostos (Cenário 3 da Tabela 10), o custo anularia os ganhos em quase todo segmento produtivo dos setores selecionados. No longo prazo (2041), a elevação da carga tributária provocaria uma forte desacumulação de Capital Físico (KF) e retração na produção. A Indústria de Alta Tecnologia, que havia demonstrado forte expansão sob Orçamento Livre devido aos encadeamentos diretos com o setor de saúde, sofreria uma reversão em sua trajetória, encerrando 2041 com queda de -0,024% na produção e -0,138% no seu investimento físico.

Para aprofundar o entendimento dessa desacumulação de Capital Físico (KF), seria necessário analisar a decomposição dos Componentes da Formação Bruta de Capital (FBC), conforme apresentada na seção 5.4 desta tese. Esta análise torna-se mais bem detalhada quando se observa o indicador criado (*fandx2tot*). Este indicador mensura a contribuição ponderada de cada componente para a variação total do componente (FBC). Deste modo, na Tabela 12, notaria que Construção (Constr.) é o componente de maior peso na resposta da economia brasileira após o choque de investimentos de P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública em 2026.

Tabela 10 – Desvio acumulado (%) da Intensidade de P&D setorial (choque de Saúde Pública)

Setores	Orçamento Equilibrado											
	Cenário 3 (Taxação)						Cenário 4 (Gastos)					
	Produção	Emprego	Investimento		Capital		Produção	Emprego	Investimento		Capital	
			P&D	Físico	KC	KF			P&D	Físico	KC	KF
Curto Prazo -2026												
Agropecuária	-0.007	-0.033	-0.134	-0.117	0.001	0.000	0.000	0.000	0.019	0.00	0.001	0.000
Indústria	-0.022	-0.039	-0.081	-0.041	0.001	0.000	0.000	0.001	0.023	-0.02	0.001	0.000
Baixa	-0.011	-0.021	-0.043	-0.041	0.001	0.000	0.000	0.000	0.019	0.00	0.001	0.000
Média -Baixa	-0.024	-0.048	-0.081	-0.110	0.000	0.001	0.000	0.000	0.021	0.00	0.000	0.001
Média- Alta	-0.036	-0.054	-0.103	-0.069	0.001	0.000	0.001	0.001	0.021	0.00	0.001	0.000
Alta	-0.023	-0.023	-0.046	-0.001	0.000	0.000	0.003	0.010	0.034	0.03	0.000	0.000
Serviços	-0.003	-0.002	0.020	-0.053	0.001	0.001	0.002	0.001	-0.049	0.00	0.001	0.000
Baixos	-0.020	-0.041	-0.095	-0.071	0.000	0.000	0.001	0.002	0.022	0.00	0.000	0.000
Médios	0.019	0.036	0.035	-0.031	0.000	0.000	0.002	-0.001	-0.063	-0.01	0.000	0.000
KIBS	-0.021	-0.050	-0.057	-0.066	0.001	0.001	0.001	0.003	0.034	0.00	0.001	0.001
P&D Privado	-0.021	-0.042	-0.073	-0.069	0.002	0.001	0.000	-0.001	0.026	0.00	0.002	0.001
P&D Público	0.076	0.077	0.041	0.102	0.000	0.000	0.010	0.002	-0.068	-0.10	0.000	0.000
Setores não P&D	-0.011	-0.033	-0.070	-0.049	0.000	0.000	0.001	0.002	0.019	0.00	0.000	0.000
Orçamento Equilibrado												
Setores	Orçamento Equilibrado											
	Cenário 3 (Taxação)						Cenário 4 (Gastos)					
	Produção	Emprego	Investimento		Capital		Produção	Emprego	Investimento		Capital	
			P&D	Físico	KC	KF			P&D	Físico	KC	KF
Longo Prazo -2041												
Agropecuária	-0.096	-0.063	-0.134	-0.053	-0.087	-0.123	-0.002	-0.005	0.00	0.00	-0.003	-0.001
Indústria	-0.105	-0.044	-0.080	-0.083	-0.126	-0.212	-0.001	-0.004	0.00	-0.02	0.000	0.004
Baixa	-0.081	-0.023	-0.059	-0.053	-0.097	-0.177	0.001	-0.003	0.00	0.01	-0.002	0.007
Média -Baixa	-0.120	-0.063	-0.081	-0.060	-0.139	-0.208	-0.001	-0.004	0.00	0.01	-0.002	0.003
Média- Alta	-0.110	-0.068	-0.124	-0.190	-0.142	-0.223	-0.002	-0.005	0.00	0.01	-0.003	0.002
Alta	-0.024	0.035	0.003	0.126	-0.006	-0.138	0.012	0.011	0.01	0.03	0.014	0.022
Serviços	-0.079	0.024	-0.016	-0.079	-0.019	-0.202	0.003	0.001	-0.03	0.00	-0.032	0.004
Baixos	-0.094	0.007	0.017	0.012	-0.051	-0.205	0.004	0.001	0.00	0.00	0.002	0.007
Médios	-0.059	0.047	-0.002	-0.150	-0.002	-0.185	0.003	0.001	-0.04	0.00	-0.040	0.001
KIBS*	-0.090	0.006	-0.073	0.081	-0.081	-0.181	0.003	-0.003	0.00	0.00	0.001	0.008
P&D Privado	-0.108	-0.012	-0.075	-0.057	-0.106	-0.229	0.000	-0.003	0.00	0.00	0.001	0.004
P&D Público	0.076	0.090	0.003	-0.131	0.004	-0.124	0.009	0.006	-0.04	-0.04	-0.043	-0.031
Setores não P&D	-0.120	-0.039	0.141	-0.116	-0.120	-0.174	0.003	-0.001	-0.01	0.01	-0.006	0.006

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Nota: desvios % acumulados em relação ao cenário de referência.

* Conhecimento Intensivo em Serviços de Negócios (KIBS).

Para a Educação Pública, no cenário 1 (Orçamento livre) este componente contribuiria com 0,047p. p para o crescimento da FBC no início do choque de política (2026), que se elevaria ao longo do tempo até chegar em 2041 com 0,110 (p.p). Esses dados poderiam indicar que, o deslocamento quase que total da criação do Capital de Conhecimento após o choque de investimentos de P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública seriam absorvidos pela própria esfera pública (Ver Tabelas 7, 8, 9 e 10), e isso exigiria uma

expansão de suas infraestruturas físicas (investimentos em capital físico), como poder-se-iam citar: construções de centros de pesquisas e laboratórios públicos.

Ao contrário desse contexto, o impacto da taxação (cenário 3) seria severo sobre esse crescimento. No longo prazo (2041) o mesmo componente (Constr.) apresentaria sua participação no valor total, contribuindo com -0,199(p.p) na Educação Pública e -0,094 (p.p) na Saúde Pública. O efeito negativo do cenário retiraria quase 0,2 (p.p) da sua participação.

Tabela 11 – Desvio acumulado (%) da decomposição dos Componentes da Formação Bruta de Capital (FBC)

Decomposição	Orçamento livre				Orçamento equilibrado			
	Cenário 1 (sem PTF)		Cenário 2: efeito adicional de PTF sobre Cenário 1 (var.%)		Cenário 3 (Taxação)		Cenário 4 (Gastos)	
	2026	2041	2026	2041	2026	2041	2026	2041
<i>(a) Educação Pública</i>								
Construção (Constr.)	0.047	0.110	0.047	0.110	-0.051	-0.199	-0.003	-0.004
Máquinas e Equipamentos (MqEq)	0.022	-0.035	0.022	-0.035	-0.050	0.012	-0.003	-0.001
Produtos de Propriedade Intelectual (PPI)	0.013	0.003	0.014	0.003	0.000	0.010	0.009	0.010
Outros Ativos Fixos (OutAtFix)	-0.001	0.002	-0.001	0.002	-0.004	0.003	0.000	0.000
<i>(b) Saúde Pública</i>								
Construção (Constr.)	0.024	0.057	0.024	0.057	-0.024	-0.094	-0.001	0.002
Máquinas e Equipamentos (MqEq)	0.011	-0.016	0.011	-0.016	-0.025	0.006	-0.002	-0.001
Produtos de Propriedade Intelectual (PPI)	0.002	-0.003	0.002	-0.003	-0.004	0.000	-0.001	-0.001
Outros Ativos Fixos (OutAtFix)	-0.001	0.001	-0.001	0.001	-0.002	0.001	0.000	0.000

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Nota: desvios % acumulados em relação ao cenário de referência.

Esta seção mostrou que o aumento dos investimentos em P&D nos setores públicos de Educação e Saúde Pública geraria uma reestruturação heterogênea na economia brasileira. No curto prazo (2026), a rigidez do estoque de capital inicial promoveria dificuldades de ajuste imediatos para setores mais tradicionais como a Agropecuária e a Indústria, que registram retrações na produção e no emprego enquanto os recursos são deslocados para o núcleo da política pública. No longo prazo (2041), com a consolidação dos investimentos em P&D, os ganhos estruturais de produtividade (PTF) maturam, permitindo uma expansão sustentada da atividade econômica, especialmente sob estratégias de financiamento que preservam a rentabilidade dos demais setores.

A trajetória de longo prazo é, contudo, estritamente condicionada à regra fiscal adotada. Enquanto o financiamento via taxação (Cenário 3) anula os ganhos em quase todo o segmento produtivo e provoca uma forte desacumulação de capital físico, a realocação via corte de gastos (Cenário 4) mostra-se a via mais sustentável por manter a neutralidade tributária e mitigar os custos marginais de produção. Essa dinâmica de investimento é detalhada pelo indicador *fandx2tot*, que mensura a contribuição ponderada de cada componente para a variação total da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF). O indicador revela que a Construção é o principal vetor de resposta, contribuindo com até 0,110 p.p. para a FBCF na Educação Pública (Cenário 1), refletindo a necessidade de ampliação da infraestrutura física estatal para absorver o novo capital de conhecimento. Embora a taxação asfixie esse componente físico, os Produtos de Propriedade Intelectual (PPI) demonstram resiliência, garantindo que a base de conhecimento gerada continue agregando valor à formação de capital do país ao longo de toda a vigência da política.

7.3 Resultados Macroeconômicos

A política de investimentos de P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública embora incidam diretamente sobre esses dois setores e em outros segmentos produtivos, também é observado efeitos que se propagam sobre toda a economia brasileira. A Tabela 12 fornece os desvios acumulados (%) dessa política sobre a taxa de crescimento das principais variáveis macroeconômicas no país, como: PIB, deflator do PIB, exportação, importação, estoque de capital físico e de conhecimento, investimento em capital físico e de conhecimento, consumo e orçamento público. A análise do comportamento desses agregados macroeconômicos tem como objetivo apresentar uma visão geral acerca dos encadeamentos da política.

A política de investimento de P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública entre 2026 e 2041 estimularia a economia conforme o cenário de política (Cenários de 1 a 4) e o tipo de receita do Governo (orçamento livre ou equilibrado). A política de expansão dos investimentos em P&D nos setores de Educação e Saúde Pública reduziria os custos de produção e os preços internos (efeito-preço), sendo capaz de gerar estímulos de demanda em diversos mercados. Tal queda teria impacto sobre os preços domésticos e refletiria em todos os setores econômicos intensivos no capital de conhecimento. Isso exemplifica o modelo de crescimento econômico endógeno (Romer, 1990), baseado na expansão do

estoque de conhecimento, que atua como um insumo, impulsionando o sistema produtivo da economia brasileira.

Conforme os resultados da Tabela 12, esse instrumento de política elevaria a taxa de crescimento do PIB acima do cenário de referência (*Baseline*), tanto para a hipótese de orçamento livre (Cenários 1 e 2) quanto para a de orçamento equilibrado via alocação de gastos (Cenário 4).

A hipótese por trás desses resultados está relacionado a forma de como o Governo financia a política (Proque, 2019). O Governo pode apresentar comportamento deficitário ou superavitário, a depender das flutuações das suas receitas nominais no orçamento livre (Cenários 1 e 2). Nesse contexto, como o Governo não necessita taxar os demais setores ou diminuir seus gastos/custos, os resultados do orçamento livre apresentam desvios acumulados maiores que os cenários de restrições (Cenários 3 e 4). Contudo, esses dois cenários alternativos de regras de financiamentos (3 e 4) tornam-se necessários e ao mesmo tempo importante para avaliar a sustentabilidade fiscal diante da política de expansão de investimentos de P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública.

A diferença entre as suposições de orçamento livre (Cenários 1 e 2) e equilibrado (3 e 4), representa o efeito do esforço fiscal sobre o PIB brasileiro. No Cenário 1 (Orçamento livre), observaria o maior impacto positivo sobre o produto real, com desvios acumulados de 0,13% na Educação Pública e 0,07% na Saúde Pública em 2041. Esse crescimento é acompanhado por um ganho no PIB nominal de R\$ 5.347,90 milhões e R\$ 2.946,10 milhões, respectivamente (2041). O deflator do PIB, que representa uma referência geral dos custos e preços internos na economia, registraria variações marginais de -0,03% e -0,01% no longo prazo (2041), o que refletiria ganho real de produção, sem aumento de custos.

Tabela 12 – Resultados Macroeconômicos dos cenários de política relacionadas a investimentos de P&D

Indicadores	Orçamento livre				Orçamento equilibrado			
	Cenário 1 (sem PTF)		Cenário 2: efeito adicional de PTF sobre Cenário 1 (var.%)		Cenário 3 (Taxação)		Cenário 4 (Gastos)	
	2026	2041	2026	2041	2026	2041	2026	2041
<i>(a) Educação Pública</i>								
PIB real	0.04	0.13	1.18	0.19	-0.01	-0.20	0.00	0.00
Deflator do PIB	0.50	-0.03	-0.40	5.02	-0.01	0.39	0.00	0.04
Investimento total	0.08	0.08	-0.07	-0.54	-0.10	-0.20	0.00	0.01
Investimento de capital físico	0.07	0.07	-0.29	-0.38	-0.12	-0.21	-0.01	0.00
Investimento em P&D	0.28	0.23	1.38	1.33	0.25	0.12	0.22	0.17
Estoque de capital	0.00	0.30	-1.00	-0.26	0.00	-0.43	0.00	0.00
Capital físico	0.00	0.30	-0.41	-0.29	0.00	-0.43	0.00	0.00
Capital de conhecimento	0.00	0.26	0.46	1.06	0.00	0.10	0.00	0.16
Consumo das famílias	0.08	0.11	-0.37	-0.45	-0.03	-0.17	0.00	0.01
Utilidade	0.14	0.17	-0.37	-0.46	-0.05	-0.25	0.00	0.01
Emprego nacional	0.06	-0.02	-0.42	-0.50	-0.01	0.02	0.01	0.00
Salário real	0.04	0.25	-0.43	-0.46	-0.01	-0.30	0.01	0.03
Renda do capital	0.54	-0.31	-0.28	-0.08	-0.16	0.61	-0.01	0.02
Renda nominal do governo	0.50	0.07	-0.29	-1.13	0.10	0.33	0.00	0.03
Receita tributária	0.46	0.07	-0.27	-0.99	0.27	0.48	0.00	0.02
Gasto nominal do governo	0.55	0.15	-0.28	-0.72	0.12	0.33	-0.01	0.04
Exportações	-0.28	-0.02	-0.28	-3.02	-0.02	-0.27	0.00	-0.03
Importações	0.23	0.05	-0.25	-0.59	-0.06	-0.06	0.00	0.00
<i>(b) Saúde Pública</i>								
PIB real	0.02	0.07	2.08	1.69	-0.01	-0.09	0.00	0.00
Deflator do PIB	0.25	-0.01	0.65	13.93	0.00	0.20	0.00	0.01
Investimento total	0.04	0.04	0.79	0.94	-0.06	-0.09	0.00	0.00
Investimento de capital físico	0.04	0.04	0.78	1.77	-0.06	-0.09	0.00	0.00
Investimento em P&D	0.02	0.03	2.15	1.85	0.00	-0.03	-0.04	-0.03
Estoque de capital	0.00	0.15	0.00	0.98	0.00	-0.20	0.00	0.00
Capital físico	0.00	0.15	1.23	0.87	0.00	-0.21	0.00	0.00
Capital de conhecimento	0.00	0.04	0.59	1.61	0.00	-0.04	0.00	-0.03
Consumo das famílias	0.04	0.06	0.62	0.78	-0.02	-0.08	0.00	0.01
Utilidade	0.07	0.09	0.61	0.78	-0.03	-0.11	0.00	0.01
Emprego nacional	0.03	-0.01	0.44	-2.85	-0.01	0.01	0.00	0.00
Salário real	0.02	0.12	0.46	0.14	-0.01	-0.15	0.00	0.01
Renda do capital	0.27	-0.16	0.77	1.69	-0.08	0.30	0.00	0.01
Renda nominal do governo	0.25	0.04	0.76	-1.93	0.05	0.16	0.00	0.01
Receita tributária	0.23	0.04	0.78	-1.63	0.13	0.23	0.00	0.01
Gasto nominal do governo	0.27	0.08	0.79	-0.70	0.06	0.16	0.00	0.02
Exportações	-0.14	-0.01	0.78	-12.98	-0.01	-0.13	0.00	-0.01
Importações	0.12	0.03	0.85	0.60	-0.03	-0.03	0.00	0.01

Fonte: Resultados da Pesquisa.

Ao implementar a PTF endógena (Cenário 2), os resultados são potencializados pela eficiência produtiva acumulada, elevando o PIB em 1,18% (Educação) e 2,08% (Saúde) no curto prazo (2026), com um efeito propagação que sustenta o crescimento em 0,19% e 1,69%, respectivamente, ao final do período. Nesse mesmo período (2041), o deflator do PIB atingiria patamares superiores (5,02% e 13,93%), o que refletiria um forte efeito-atividade da política de investimento de P&D. Por outro lado, no cenário 3 quando o P&D

é financiado pelo aumento da carga tributária, o custo de eficiência produtiva dos impostos sobre o mercado interno supera o efeito propagação oriundo do ganho de PTF endógena no longo prazo (2041), resultando em uma contração do PIB real (-0,20% na Educação e -0,09% na Saúde em 2041).

Ao traçar os componentes que ajudaria no crescimento das atividades econômicas pela política de crescimento dos investimentos de P&D pela Educação e Saúde Pública, é feito uma decomposição do PIB pelo lado da receita e da despesa. Do lado da renda, a expansão do PIB estaria atrelada na valorização dos fatores primários. No longo prazo (2041), o salário real representaria um crescimento de 0,25% na Educação Pública (Cenário 1), o que demonstraria que a acumulação do capital de conhecimento ao qualificar o capital humano, como definido pela teoria do crescimento endógeno de Romer (1990), elevaria os salários dos trabalhadores mais qualificados. Simultaneamente, a renda do capital apresentaria uma dinâmica distinta. Nos cenários 1 e 2 (orçamento livre), essa variável registraria uma trajetória de queda em termos reais, especialmente no cenário 2, onde o ganho de PTF endógena e a rápida acumulação do estoque de capital de conhecimento reduziram os preços relativos do capital na economia. Nesse cenário, essa retração seria de -0,15% na Educação Pública enquanto na Saúde Pública o impacto seria de -0,08%.

Por outro lado, no cenário 3 (Taxação) e 4 (Alocação de Gastos), notar-se-ia um crescimento da Renda do Capital em 2041. No cenário 3, esse incremento é puxado pelo aumento dos custos de produção. Ainda, o aumento da carga tributária elevaria os preços internos (Deflator de 0,39% na Educação Pública e 0,19% na Saúde Pública), o que acabaria inflando a remuneração dos ativos em 0,61% e 0,30%, respectivamente. De outro modo, no cenário 4, o crescimento da renda do capital (0,13% na Educação Pública e 0,06% na Saúde Pública), sinalizaria uma maior realocação dos gastos públicos, o que permitiria o capital dos demais setores manter sua rentabilidade mesmo sob o esforço de equilíbrio fiscal.

Ademais, em quase todos os cenários simulados, a política de investimentos de P&D pelos setores públicos (Educação e Saúde Pública) teria um forte efeito - atividade criada a partir do crescimento do estoque de capital de conhecimento. Esse efeito expansivo elevaria os custos e preços internos, afetando negativamente a demanda externa da economia brasileira, reduzindo as exportações para patamares abaixo do cenário de referência. Desse modo, ao valorizar os fatores produtivos internos, haveria um

encarecimento do produto nacional para o restante do mundo. Conforme a Tabela 12, no cenário 2 (Saúde Pública), observaria a maior queda das exportações (-12,98% em 2041), o que se correlaciona diretamente com a forte expansão do Deflator do PIB (13,93%) e no mesmo cenário para a Educação Pública haveria uma queda em -1,88 em 2041.

Por outro lado, dada a possibilidade de substituição entre bens domésticos e importados, os desvios de preços e produtividade no mercado interno afetariam as importações de forma distinta em cada setor até 2041. Na Saúde Pública, os desvios positivos das Importações (0,85% no Cenário 2) são reforçados pela expansão produtiva no Brasil. Além da melhora de concorrência com produtos nacionais, a demanda por bens importados aumenta em razão de uma maior produção nacional. Inversamente, na Educação Pública, observa-se uma trajetória de queda nas Importações (-0,25% no Cenário 2). Nesse caso, o ganho de eficiência interna e a acumulação de capital de conhecimento permitem que a economia brasileira substitua serviços e insumos educacionais estrangeiros por produção nacional de alta qualidade. Essa autonomia reduziria a dependência com o mercado externo.

O efeito-atividade gerado pelo investimento em P&D é nitidamente observado no mercado de trabalho brasileiro entre 2026 e 2041. A expansão do estoque de conhecimento estimularia o Emprego Nacional acima do nível tendencial no ano inicial da política (2026). No Cenário 1 (Educação), o emprego cresceria 0,06% em 2026, refletindo a necessidade imediata de contratações para operacionalizar os novos investimentos. Como o estoque de capital físico e de conhecimento apresentaria um movimento defasado em relação aos investimentos correntes, essa expansão inicial da atividade ocorreria prioritariamente via fator trabalho.

No longo prazo (2041), a trajetória do Salário Real revelaria a valorização do insumo trabalho decorrente da maior produtividade (PTF endógena). No fomento ao P&D na Educação Pública (Cenário 1), os números sinalizam que o Salário Real aumentaria 0,25%, enquanto a trajetória do Emprego Nacional apresentaria um leve ajuste de -0,02%. Esse comportamento refletiria a elevação do fator trabalho por unidade produzida, que tenderia a se estabilizar no longo prazo (2041). No cenário da Saúde Pública (Cenário 2), o forte ganho de PTF endógena elevaria o salário real inicialmente em 0,46% (2026). Contudo, a pressão inflacionária setorial (Deflator de 13,93%) e o aumento expressivo

dos custos de produção forçariam um ajuste no emprego nacional, que recuaria em -2,85% em 2041.

Em contrapartida, no Cenário 3 (via Taxação), observaria uma diminuição no salário real (-0,30% na Educação e -0,15% na Saúde em 2041), e o emprego nacional cresceria marginalmente (0,02% para Educação Pública e 0,01% para Saúde Pública). Neste contexto, o aumento da carga tributária reduziria o poder de compra do trabalhador, forçando a economia operar com salários mais baixos para manter o nível de ocupação.

Da mesma forma que no mercado de trabalho, a expansão da atividade econômica promovida pelo investimento em P&D geraria uma pressão de demanda por capital. No entanto, em virtude do movimento defasado do estoque, as atividades intensivas em conhecimento exibiriam maiores dificuldades de expansão imediata nos anos iniciais dos choques (2026). Em decorrência disso, originaria uma pressão de alta no preço da Renda do Capital — que sobe 0,54% na Educação e 0,27% na Saúde em 2026 — afetando a taxa de retorno atual e a esperada.

Esse aumento da rentabilidade inicial promoveria taxas maiores de retorno, impulsionando os investimentos. No curto prazo (2026), o Investimento em P&D aumentaria 0,55% na Educação Pública e 0,06% na Saúde Pública, enquanto o Investimento de Capital Físico cresceria 0,03% em ambos os setores (Cenário 1). Nos anos seguintes, conforme esses investimentos se tornassem operacionais, ocorreria uma expansão dos seus estoques, de modo que o Capital de Conhecimento atingiria um desvio positivo de 0,38% na Educação Pública e o Capital Físico chegaria a 0,31% em 2041. Essa expansão do estoque de capital, por sua vez, leva a uma queda no seu preço relativo no longo prazo, reduzindo a taxa esperada e, por fim, moderando o ritmo dos investimentos nos períodos subsequentes.

No Cenário 2 em 2041, o crescimento de produtividade via PTF endógena e o aquecimento da demanda interna, elevaria a Renda do Capital em 1,69% para a Saúde Pública. Esse crescimento na Saúde Pública atrairia novos investimentos, o que explicaria o valor do Investimento Total em Saúde Pública crescer em 0,94% em 2041. Diferentemente da Educação Pública, onde o valor dessa variável sofreria um recuo em -0,08% e uma queda do Investimento Total em -0,54.

Destarte, a trajetória do consumo das famílias segue significativamente a evolução do PIB, dada a forte correlação entre a renda e o consumo na economia nacional e do ganho de utilidade. No cenário 1 (Educação Pública), observaria que o consumo das famílias expandiria em 0,11% no longo prazo (2041), e impulsionaria um ganho de utilidade em 0,16%. No cenário 2 (Saúde Pública), os valores são superiores, chegando em 2041 em 0,78%, porém, com um ganho de utilidade de 0,09%, inferior ao da Educação Pública. Isso ocorreria em virtude do valor do Deflator do PIB (13,93%) nesse setor, o que encareceria o custo de vida e consumiria uma parte dessa parcela frente ao aumento da renda do capital (1,69%) e do salário real. Assim, enquanto a Saúde tem um consumo maior que a Educação, esse último setor possibilitaria elevar a satisfação dos indivíduos.

De outro modo, no cenário 3 (Taxação), o consumo das famílias pela Educação Pública cairia em -0,17% em 2041, seguindo de uma perda de utilidade em -0,25%, o que evidenciaria que o aumento da carga tributária retiraria recursos diretamente do orçamento doméstico. Diferentemente dele, no cenário 4 (Realocação de recursos) o ganho marginal de utilidade de 0,02% na Educação Pública não promoveria sufocamento na capacidade de consumo das famílias.

No lado das receitas orçamentárias do Governo, no Cenário 3 (Taxação), na Educação Pública, notaria um aumento expressivo na Receita Tributária (0,48% em 2041). No entanto, esse aumento é mascarado pelo desaquecimento dos setores produtivos ao aumentar seus custos de produção, fazendo com que haja perda de capacidade de investimento e consumo. Em contrapartida, no cenário 4 (Alocação de gastos/consumos do Governo), o setor público buscaria o equilíbrio sem gerar incremento de novos impostos na economia ao realocar seus recursos. Nesse cenário, haveria um crescimento do gasto nominal do Governo em 0,04% e sua receita tributária cresceria marginalmente em 0,02%. Esse resultado evidenciaria que o aumento dos gastos para os investimentos em P&D pela Educação e Saúde Pública não sufocaria o consumo das famílias, bem como os segmentos produtivos.

No lado das despesas, no longo prazo (2041) na Educação Pública observaria déficits mais acentuados de -0,12%. No cenário 4 haveria uma manutenção do Saldo Orçamentário em relação ao PIB em quase zero (-0,04 na Educação Pública e -0,02% na Saúde Pública), de modo que, a realocação de gastos geraria menos distorções na

economia brasileira. Deste modo, os resultados mostram que os investimentos de P&D impactariam na economia de forma heterogênea, sendo a magnitude e a sinalização dos desvios condicionadas ao binômio setor-financiamento. Em síntese, a política de fomento ao P&D na Educação Pública consolida-se como um motor de longo prazo, elevando o salário real e a utilidade das famílias, mesmo sob pressões de custos moderadas. Já na Saúde Pública, o choque via PTF endógena (Cenário 2) demonstra um potencial de expansão do produto significativamente superior, embora acompanhado por uma pressão inflacionária (Deflator de 13,93%) que exige ajustes agudos no mercado de trabalho e no setor externo.

A comparação entre os cenários de financiamento revela que o Cenário 3 (Taxação) é o que gera maiores distorções sistêmicas, uma vez que o ônus tributário sobre os setores produtivos e as famílias anula os benefícios teóricos do crescimento endógeno, resultando em perda de utilidade e desaquecimento econômico. Em contrapartida, o Cenário 4 (Realocação de Gastos) apresenta-se como a estratégia de maior sustentabilidade fiscal e eficiência macroeconômica. Ao buscar o equilíbrio orçamentário sem elevar a carga tributária, este cenário preserva a rentabilidade do capital e o poder de compra das famílias, permitindo que os ganhos de produtividade do P&D se traduzam em crescimento real com estabilidade de preços e mínima distorção nos agregados nacionais.

7.4 Resultados Macroeconômicos: Expansão da P&D sob restrição Fiscal

A presente seção amplia a análise temporal das simulações até o ano de 2050. Foi implementado um crescimento anual constante e cumulativo do investimento em P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública, correspondente a uma taxa de 0,3820% ano a ano, ao longo de todo o horizonte temporal (2026-2050), resultando em um incremento acumulado de 10,0% em 2050. Diferentemente do choque pontual anterior, esta etapa avalia a totalidade dos impactos intertemporais desse esforço contínuo, contrastando os resultados sob a ótica de políticas fiscais alternativas de manutenção do equilíbrio orçamentário: o Cenário 5 (financiamento via Taxação) e o Cenário 6 (financiamento via Corte de Gastos). Além disso, o objetivo de ampliar o choque e a série seria observar se crescimento desse investimento geraria análises mais superiores do que o choque de incrementos em 1%.

A Tabela 13, mostraria que a extensão tanto do período de análise quanto do valor do choque estimularia a atividade econômica brasileira de forma distinta conforme a regra de fechamento fiscal adotada. Note que, em modelos de EGC, o estímulo aos investimentos de P&D e a criação do capital de conhecimento deve gerar ganhos de eficiência produtiva no longo prazo, reduzindo os custos de produção via ganho de demanda. No cenário 4 (gastos), onde o Governo compensa o novo investimento em P&D via redução de despesas em outros setores produtivos, observaria uma maior neutralidade macroeconômica. O PIB real apresentaria uma retração mínima, sendo estes valores de -0,04% (Educação Pública) e -0,01% (Saúde Pública) no longo prazo (2050). Ainda, haveria uma trajetória de crescimento real e bem-estar, mantendo o salário real com ganho de 0,14% e o emprego nacional estável em 0,01%.

Por outro lado, quando o financiamento ocorre via taxação (Cenário 3), o ônus tributário sobre os demais segmentos e no consumo das famílias anularia parte dos benefícios da política. Neste contexto, o custo dos impostos superaria o efeito propagação dos investimentos de P&D, o que resultaria em queda do PIB real, sendo de -0,85% oriundo do choque da Educação Pública e -0,46% do setor de Saúde Pública. Além disso, haveria perda de utilidade das famílias (-1,79% e - 0,98%, respectivamente), seguindo por uma redução expressiva do consumo das famílias em -1,26% (Educação Pública) e de uma queda mais acentuada com o choque dado pela Saúde Pública (-0,02%), no longo prazo (2050).

Tabela 13 – Resultados macroeconômicos de expansão da P&D sob cenários de Restrições Orçamentárias (desvio acumulado)

Indicadores	Orçamento equilibrado			
	Cenário 3 (Taxação)		Cenário 4 (Gastos)	
	2026	2050	2026	2050
<i>(c) Educação Pública</i>				
PIB real	0.00	-0.85	0.00	-0.04
Deflator do PIB	0.00	0.84	0.00	0.04
Investimento total	-0.04	-3.11	0.00	-0.10
Investimento de capital físico	-0.04	-3.46	0.00	-0.26
Investimento em P&D	0.09	2.61	0.09	2.65
Estoque de capital	0.00	-1.34	0.00	-0.08
Capital físico	0.00	-1.36	0.00	-0.09
Capital de conhecimento	0.00	1.93	0.00	1.93
Consumo das famílias	-0.01	-1.26	0.00	-0.02
Utilidade	-0.02	-1.79	0.00	-0.03
Emprego nacional	0.00	-0.18	0.00	0.01
Salário real	0.00	-1.59	0.00	0.14
Renda do capital	-0.06	-0.07	0.00	-0.06
Renda nominal do governo	0.04	1.60	0.00	-0.04
Receita tributária	0.10	3.41	0.00	-0.06
Gasto nominal do governo	0.05	1.72	0.00	-0.06
Exportações	-0.01	-1.07	0.00	-0.04
Importações	-0.02	-1.29	0.00	-0.10
<i>(d) Saúde Pública</i>				
PIB real	0.00	-0.46	0.00	-0.01
Deflator do PIB	0.00	0.43	0.00	-0.01
Investimento total	-0.02	-1.82	0.00	-0.08
Investimento de capital físico	-0.02	-1.89	0.00	-0.03
Investimento em P&D	0.00	-0.18	-0.01	-0.56
Estoque de capital	0.00	-0.70	0.00	-0.01
Capital físico	0.00	-0.71	0.00	-0.01
Capital de conhecimento	0.00	-0.12	0.00	-0.40
Consumo das famílias	-0.01	-0.69	0.00	-0.01
Utilidade	-0.01	-0.98	0.00	-0.02
Emprego nacional	0.00	-0.11	0.00	0.00
Salário real	0.00	-0.92	0.00	0.00
Renda do capital	-0.03	-0.09	0.00	-0.03
Renda nominal do governo	0.02	0.90	0.00	0.00
Receita tributária	0.05	1.93	0.00	0.01
Gasto nominal do governo	0.02	1.02	0.00	0.03
Exportações	0.00	-0.56	0.00	0.00
Importações	-0.01	-0.65	0.00	0.04

Fonte: Dados da Pesquisa.

Ademais, a expansão da atividade oriunda dos investimentos de P&D pressionaria a demanda por capital. No Cenário 3, a Receita Tributária apresenta um aumento nominal

de 3,41% na Educação Pública, mas esse ganho é mascarado pelo desaquecimento dos setores produtivos e pela queda no Investimento de Capital Físico (-3,46%).

Os resultados também apresentariam que a dinâmica do PIB estaria significativamente relacionada nas mudanças na remuneração dos fatores primários e na arrecadação tributária. Do lado da renda, no longo prazo (2050), sob o Cenário 3 (Taxação), a expansão da receita tributária (3,41% na Educação Pública) contribuiria para uma queda do salário real (-1,59%) e na renda do capital (-0,07%). Ao contrário, no Cenário 4 (via Gastos), o insumo trabalho ganharia participação com um crescimento de 0,14% no salário real, enquanto a renda do capital apresentaria uma retração marginal de -0,06%, o que refletiria numa estrutura de custos menos distorcida para os demais setores produtivos da economia.

Do lado da despesa, uma vez que o choque dos investimentos de P&D induziria variações nos estoques de Capital de Conhecimento, as mudanças no PIB ocorreriam a partir de uma diminuição da demanda das famílias, que apresentaria uma queda de -1,26% no seu consumo e de -1,79% no seu ganho de utilidade (Cenário 3). O investimento total também sofreria recuo (-3,11%), puxado pela queda do capital físico (-3,46%). Sob a hipótese do cenário 4 (gastos), a mudança seria mitigada por uma pequena queda no consumo das famílias (-0,02%), que ajudaria a preservar o seu bem-estar. Nesse contexto, também notaria um crescimento dos investimentos em P&D, que se manteria em 2,65% garantindo a criação do estoque de Capital de Conhecimento em 1,93% no longo prazo (2050).

Destarte, notaria que as pressões de custos internos que seria demonstrado com o valor do Deflator do PIB que seria de 0,84% no cenário 3 (taxação), observaria uma retração na balança comercial com quedas de -1,07% nas exportações e -1,29% nas suas importações. No cenário 4 (gastos), a economia brasileira apresentaria maior autonomia, com as importações recuando em -0,10% pela Educação Pública. Porém, haveria um desvio positivo de 0,04% na Saúde Pública. Este resultado sugeriria que no longo prazo, 2050, a expansão produtiva nacional, ao amadurecer, passaria a requerer insumos importados de forma complementar, sem gerar déficits como seria observado no cenário com tributos.

Desse modo, os resultados da Tabela 14 a partir da expansão dos investimentos de P&D acumulando 10% no final da simulação (2050), apresentaria uma ampliação do estoque do Capital de Conhecimento em 1,93%, mas também revelaria um *trade-off* macroeconômico, dependente da carga tributária. Enquanto o financiamento via impostos (Cenário 3) apresentaria uma trajetória recessiva, com quedas no PIB real em -0,85% e uma forte compressão do consumo das famílias e do bem-estar, a trajetória de realocação de gastos (Cenário 4) demonstraria uma estabilidade do produto e preservaria o poder de compra dos trabalhadores. Assim, os resultados evidenciariam que os desdobramentos positivos da expansão dos investimentos de P&D pelos setores de Educação e Saúde Pública no longo prazo (2050), não residiria apenas na magnitude do choque, mas na forma do seu financiamento, evitando que o Deflator do PIB e a desacumulação do capital físico anulassem os ganhos produtivos na economia.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Capital de Conhecimento possui, em sua natureza teórica, modelos de crescimento econômico onde os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) constituem seu principal insumo produtivo (Herzer, 2022). Nos países que fazem parte da fronteira tecnológica, os recursos de P&D são, em sua grande maioria, financiados pelo setor privado. No Brasil, por sua vez, o esforço produtivo desse fator é intensivo na esfera pública. Desse montante, as atividades de Educação e Saúde Pública constituem uma parcela significativa. Verificando os dados do Sistema de Contas Nacionais (SCN) do IBGE (2023), entre os períodos de 2015 e 2021, observa-se que, do valor total investido pelo ente público, mais de 60% foram oriundos desses dois segmentos produtivos. Essa representatividade demonstra a relevância estratégica desses dois setores para a composição do núcleo tecnológico do país e a sua importância para a criação e aplicação do Capital de Conhecimento, sendo fundamental para o crescimento econômico nacional, conforme aborda a teoria do crescimento endógeno (Romer, 1990). Embora um número limitado de estudos já tenha explorado a Educação Pública como um setor produtivo que impulsiona crescimento econômico, ainda há uma escassez de trabalhos nesse sentido para a economia brasileira, e uma lacuna quando se retratam a Educação e a Saúde Pública via investimentos em P&D.

Além disso, apesar de existirem políticas públicas voltadas para incentivos de investimentos de P&D nesses dois segmentos, não foi possível encontrar, no escopo deste estudo, nenhuma política específica que retratasse a integração da Educação e da Saúde Pública no que tange aos seus recursos para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Nesse sentido, esta Tese busca preencher essa lacuna na literatura brasileira ao avaliar como os investimentos em P&D desses setores impactariam a estrutura intrasetorial, setorial e macroeconômica do Brasil.

Em conjunto com esse contexto, deve-se considerar que a busca pelo equilíbrio das contas públicas no país têm sido um esforço constante do Governo. Desde 1990, a economia brasileira tem caminhado para garantir a estabilidade fiscal, passando pela Lei de Responsabilidade Fiscal (2000) até a implementação do Teto de Gastos (EC 95/2016), que acabou limitando o consumo para a Educação e Saúde Pública. Entretanto, embora o Novo Arcabouço Fiscal (LC 200/23), instituído em 2023, tenha retomado com os mínimos constitucionais para a Educação Pública (18% da receita líquida) e para Saúde

Pública (15% da receita corrente líquida), o enxugamento total dos gastos do Governo tem impostos desafios a essas atividades. E isso, por sua vez, tem acarretado barreiras para que ambas ampliem seus investimentos em P&D e, consequentemente a criação e aplicação do capital de conhecimento no Brasil.

Apesar da importância desses serviços na estrutura econômica do Brasil, deve-se considerar que a natureza pública deles os impedem de ampliar seus investimentos em P&D via injeção de recursos de mercado. Tais aportes requerem, necessariamente, um desenho de política pública no qual o Governo especifique como foram seus desdobramentos e seus dispêndios. Ou seja, para que esses segmentos públicos ampliem seus investimentos em P&D, o Governo deve expandir seus gastos/consumos na mesma proporção. Assim, foi necessário utilizar um modelo que fosse capaz de criar cenários e hipóteses de políticas que permitisse observar trajetórias distintas para cada aumento dos aportes desses investimentos setoriais, bem como, seus financiamentos. Ademais, foi necessária uma especificação metodológica que fosse flexível à criação desses cenários de simulações, e que utilizasse fundamentos econômicos em seu arcabouço teórico (Proque, 2019).

Diante dessas especificações, o modelo utilizado neste estudo foi um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), denominado *Brazilian Intersectoral Model With Recursive Dynamic* (BIM-RD). Todavia, com o objetivo de ampliar sua especificação teórica, tendo em vista que este modelo já foi utilizado na literatura empírica, foram implementadas duas características adicionais. A primeira mudança ocorreu quando as atividades de P&D foram tratadas como investimentos para a criação do estoque de Capital de Conhecimento, conforme a nova classificação do Sistema de Contas Nacionais SCN (IBGE, 2023). A partir dessa mudança, foi possível vincular o estoque de Conhecimento com a endogenização da Produtividade Total dos Fatores de Produção (PTF). A segunda mudança, foi a implementação dos Componentes da Formação Bruta de Capital, que inclui tanto os investimentos em capital físico quanto os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (Capital de Conhecimento). Além disso, foi introduzida uma Matriz de Contabilidade Social (MCS, 2015) tratando os investimentos de P&D como insumo na produção de Capital de Conhecimento.

A readequação desta abordagem, baseada em fundamentos microeconômicos, permitiu também a construção de quatro cenários distintos: *i*) Cenário 1 (Orçamento Livre); *ii*) Cenário 2 (Orçamento Livre com PTF endógena); *iii*) Cenário 3 (Orçamento Equilibrado via Taxação); e *iv*) Cenário 4 (Orçamento Equilibrado via Redução de Gastos). Sobre estes cenários foi aplicado um choque de aumento de 1% nos investimentos de P&D em Educação e Saúde Pública no período de 2026 a 2041. No primeiro ano (2026), foi implementado o choque pontual e observou-se seu efeito propagação até o último ano de política (2041). Posteriormente, ampliou-se a série de tempo, de 2026 a 2050 e foi introduzido um choque complementar de 0,3820%. Esse valor foi simulado ano a ano, de modo que, em 2050 ele acumulasse 10%. Para isso, considerou-se apenas os cenários de política fiscal restritiva: *v*) Cenário 5 (Orçamento Equilibrado via Taxação) e *vi*) Cenário 6 (Orçamento Equilibrado via Redução de Gastos).

Os quatro primeiros instrumentos de política pública apresentaram efeitos heterogêneos, mostrando que, apesar de receberem os mesmos incentivos para aumentar seus investimentos em P&D, a maturação da expansão desses recursos em cada setor (Educação e Saúde Pública) não são imediatas, sendo sensíveis a qual tipo de regra fiscal implementada. Os resultados intrasetoriais apontaram que entre 2026 e 2041, a dinâmica entre ambas as atividades mostra que os ganhos de eficiência produtiva na Educação Pública permitiriam esse segmento diminuir seus custos de produção, gerando uma menor despesa nominal para o Governo no longo prazo (2041). Desse modo, a Educação Pública tornou-se mais produtiva, necessitando de menos investimentos em capital físico. Ao contrário dela, na Saúde Pública, o efeito – atividade foi superior aos níveis de preços, incrementando despesas nominais adicionais para o Governo. Diante disso, o setor necessita de mais investimentos privados para poder absorver sua maior demanda.

No contexto setorial, no curto prazo (2026), os resultados independem dos cenários de orçamentos (livre ou equilibrado). O aumento dos investimentos de P&D pela Educação Pública, faz com que segmentos tradicionais como a Agropecuária e a Indústria de média-baixa intensidade de P&D tenham maiores dificuldades de se ajustarem, tendo em vista que seus investimentos em capital físico apresentam uma retração, perdendo espaço no sistema produtivo ao ver seus níveis de produção e emprego diminuírem. Apesar do recuso ser pequeno, os maiores ganhos de curto prazo, são mais concentrados nos setores em que o choque de política é mais direcionado (P&D público). Por seu turno, quando o

mesmo choque é implementado na Saúde Pública, setores mais intensivos em P&D, como a Indústria de Alta Intensidade ampliam sua produção, seus níveis de emprego, e principalmente seus investimentos físicos, ao serem impulsionadas pela necessidade imediata do setor público para absorver seus investimentos em P&D.

Contudo, no longo prazo (2041), os resultados são distintos e depende de qual cenário é implementado (orçamento livre ou equilibrado). Em orçamento livre onde o Governo pode apresentar saldos deficitários ou superavitários, o efeito propagação dos investimentos em P&D se materializam, beneficiando os setores de Conhecimento Intensivo em Serviços de Negócios (KIBS), que ampliam seus níveis de produção e seus investimentos em capital físico. Esses resultados indicariam que, a P&D ao se tornar no seu produto de Capital de Conhecimento geram impactos perceptíveis e positivos em setores onde sua composição produtiva tem esses recursos como um dos seus principais insumos produtivos.

Entretanto, choques de política com orçamento equilibrado seriam aqueles em que os impactos se divergiriam, a depender se o Governo financiaria seus gastos via aumento dos impostos ou cortariam consumo em outras atividades da economia brasileira. Se o ente público escolhe utilizar a estratégia de ampliar a carga tributária (cenário 3) da economia, esses segmentos produtivos viriam sua rentabilidade diminuir, fazendo com que setores que no cenário livre obtiveram resultados positivos, acabassem perdendo com o efeito negativo dos tributos. Por seu turno, quando o orçamento do Governo se mantém em equilíbrio e o dispêndio é pago penalizando outras áreas ao diminuir seu consumo, esse cenário preserva o sistema produtivo sem novos impostos, e desse modo, as indústrias e os serviços conseguem absorver o choque de investimentos da Educação e Saúde Pública, de modo a se tornarem mais produtivas, e sem gerar gargalos negativos sobre atividades econômicas não públicas.

Do ponto de vista da agregação do indicador *fandx2tot*, criado para detalhar o comportamento dos componentes da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), o crescimento dos investimentos de P&D oriundos da Educação e Saúde Pública mostra que, mesmo a P&D sendo de suma importância para o crescimento de uma economia mais sustentável no longo prazo, ela necessita de uma estrutura para poder se acomodar. Assim, é possível observar que o setor de Construção (Constr.) é o principal segmento responsável pela implementação da estrutura física. No cenário de orçamento livre, a

necessidade de ampliar o capital físico (como laboratórios públicos, centros de pesquisas e outros) para absorver a P&D faz com que o crescimento do setor permaneça constante até o último ano do choque (2041). Porém, esse contexto muda quando o orçamento é pago por incidência de mais impostos na economia (cenário 3), barrando bruscamente o cenário de sua expansão. De outro modo, os Produtos de Propriedade Intelectual (PPI) são seriam prejudicados com a oneração dos tributos. No final, a trajetória que mostra que tanto o capital físico quanto o capital de conhecimento caminhem conjuntamente seria o de orçamento equilibrado via redução de dispêndios (Cenário 4), garantindo a absorção do choque no país.

Os resultados macroeconômicos apontaram que o aumento dos investimentos em P&D nos setores de Educação e Saúde Pública promove uma elevação na atividade econômica do país. Além dela, o crescimento desses investimentos gera um efeito-preço positivo: a expansão do Capital de Conhecimento promove um crescimento da produtividade (PTF endógena), diminuindo os custos e os preços da economia brasileira. As projeções sinalizaram um aspecto conclusivo: a expansão da atividade econômica atinge seu patamar máximo em situação de Orçamento Livre (Cenários 1 e 2), uma vez que o crescimento dos investimentos em P&D não é freado por restrições de aumentos na carga tributária.

No horizonte de 2026 a 2041, observa-se um impacto positivo sobre o PIB real quando o Governo opera sob um cenário de orçamento livre (cenário 2), permitindo que os investimentos de P&D estimule o produto sem a necessidade imediata de suas contrapartidas fiscais mais restritivas (cenário 3 e 4). Entretanto, é no cenário de longo prazo no cenário de acumulação de 10% até 2050 que as políticas fiscais mais restritivas tornam-se mais decisivas para o crescimento sustentável da economia brasileira. Quando o Governo introduz a política com um cenário de equilíbrio orçamentário via aumento da carga tributária, os desvios acumulados sobre o PIB tornam-se negativos no longo prazo (2050), sendo influenciado pelo aumento de custos oriundos do ônus tributários sobre os segmentos, que se torna superior aos ganhos oriundos do estoque de Capital de Conhecimento criado a partir dos investimentos de P&D pela Educação e Saúde Pública.

Em relação aos efeitos sobre a balança comercial, em quase todos os instrumentos de políticas (exceto para a hipótese de orçamento equilibrado via impostos), os efeitos expansivos dos custos, refletidas pelo aumento de deflator do PIB afetaria negativamente

a demanda externa da economia brasileira e provocaria uma queda do PIB real, do consumo das famílias e no seu ganho de utilidade. Por outro lado, a estratégia para realocação de financiamento (cenário 4) aumentaria a rentabilidade do capital e o poder de compra das famílias via aumento dos seus salários reais.

Do ponto de vista da análise das famílias, a expansão dos investimentos em P&D nos setores de Educação e Saúde Pública geraria efeitos distintos sobre o bem-estar e a renda, dependendo criticamente da regra de fechamento fiscal implementada. O choque de recursos para P&D no longo prazo atuaria na remuneração dos fatores de produção e no ganho de utilidade das famílias. Os resultados indicariam que no longo prazo a criação do Capital de Conhecimento acarretaria efeitos distintos sobre a renda das famílias. No cenário de Orçamento Livre (Cenários 1 e 2), resultaria em um crescimento maior no ganho de renda e consumo das famílias oriundos dos efeitos de produtividade (PTF endógena). Contudo, ao introduzir a restrição de Orçamento Equilibrado via Taxação (Cenário 3), as famílias experimentariam uma perda de bem-estar: a utilidade recuaria e o consumo retrairia no horizonte de 2050. Esse resultado sugere que o ônus do financiamento da política de P&D via impostos poderia sobrecarregar o orçamento familiar.

Em resumo, a análise dos impactos dos investimentos de P&D nos setores de Educação e Saúde Pública na economia brasileira é um insumo fundamental para a criação do Capital de Conhecimento, conforme já descrito pela teoria do crescimento endógeno. Os cenários de política do período de 2026 a 2041, mostraram que esses recursos são capazes de reestruturar o país ao gerar ganhos de produtividade pelo efeito propagação, bem como, expansão do estoque de conhecimento. No curto prazo a Saúde Pública criaria impactos diretos sobre a Indústria de Alta intensidade de P&D, enquanto a Educação Pública consolidaria ganhos de produtividade e de bem-estar no longo prazo. Contudo, quando a trajetória é ampliada até 2050 os resultados estão bem mais condicionados as políticas restritivas imposta pelo Governo. Enquanto no cenário 3 (taxação) o ônus proveniente dos impostos cria distorções na economia, especialmente nos demais setores produtivos. Porém, quando o cenário muda para o cenário 4 (gastos), a realocação do consumo do Governo para os setores de Educação e Saúde Pública proporciona neutralidade fiscal e ganhos de rentabilidade setorial.

Portanto, esta Tese contribui tanto para a literatura empírica quanto metodológica. Na primeira, tendo em vista a importância desses dois segmentos para o núcleo tecnológico do Brasil, foi possível oferecer uma visão sistemática e significativa ao integrar os dois setores em um contexto de simulações de cenários de políticas via expansão dos seus investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Já na segunda contribuição, foram incorporados em sua estrutura teórica a endogenização da Produtividade Total dos Fatores de Produção (PTF) e os componentes da Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), promovendo uma visão mais direcionadas para os investimentos de P&D na economia brasileira.

Por fim, questões como transbordamentos advindos do Capital de Conhecimento, o hiato de eficiência produtiva entre o setor público e o setor privado, e a tributação sobre a renda (imposto de renda) e o consumo das famílias, compõem a agenda de avanços estabelecida por esta pesquisa. Além delas, recomenda-se a implementação de múltiplas características ocupacionais (mercado de trabalho) e a análise do hiato salarial entre trabalhadores mais qualificados, menos qualificados e não qualificados, visto que, o modelo desta Tese, em sua estrutura atual, opera com uma representação agregada desta variável.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, B. N. *et al.* **Global Shocks of Education, Health, and Environmental Footprint on National Development in the Twenty-First Century: A Threshold Structural VAR Analysis.** Journal of the Knowledge Economy, v. 15, n. 1, p. 992–1028, 1 mar. 2024.
- ABIIS - **Aliança Brasileira da Indústria Inovadora em Saúde.** Disponível em: <<https://abiis.org.br/>>. Acesso em: 23 dez. 2024.
- ABBOTT, B. *et al.* **Education Policy and Intergenerational Transfers in Equilibrium.** Journal of Political Economy, v. 127, n. 6, p. 2569–2624, dez. 2019.
- ACEMOGLU, Daron. **When Does Labor Scarcity Encourage Innovation?** Journal of Political Economy, v. 118, n. 6, p. 1037-1078, dez. 2010.
- ACEMOGLU, Daron; RESTREPO, Pascual. **Tasks, Automation, and the Rise in US Wage Inequality.** Econometrica, v. 90, n. 4, p. 1373-1416, jul. 2022.
- AFONSO, A.; ST. AUBYN, M. **Economic growth, public, and private investment returns in 17 OECD economies.** Portuguese Economic Journal, v. 18, n. 1, p. 47–65, 1 fev. 2019.
- AGHION, P.; HOWITT, P. **A Model of Growth Through Creative Destruction.** Econometrica, v. 60, n. 2, p. 323–351, 1992.
- AGEZEW, Birhanu Haile. **The Effect of Research and Development on Economic Growth in Ethiopia: The Untapped Potential for Prosperity.** Education Research International. Volume 2024.
- ALNAFRAH, I.; MOUSELLI, S. **The Knowledge Society Vis-à-vis the Knowledge Economy and Their Potential Development Impacts in Russia.** Journal of the Knowledge Economy, v. 10, n. 1, p. 205–220, 1 mar. 2019.
- ALMEIDA, A. N. **Elasticidades renda e preços: análise do consumo familiar a partir dos dados da POF 2008/2009.** Texto para discussão Nereus 04-2011. São Paulo: NEREUS, 2011. 29 p.
- ALMEIDA, E. S. **MINAS-SPACE: Modelo de equilíbrio geral espacial para planejamento e análise de políticas de transportes no estado de Minas Gerais.** 2003. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), São Paulo, 2003.
- ALMEIDA, L.; GUILHOTO, J. J. **Crescimento econômico e distribuição de renda – uma análise a partir das estruturas econômicas do Brasil contemporâneo.** In: XXXIV Encontro Nacional de Economia – ANPEC, 2006.

AMAVILAH, V. H.; RODRÍGUEZ ANDRÉS, A. **Knowledge Economy and the Economic Performance of African Countries: A Seemingly Unrelated and Recursive Approach.** *Journal of the Knowledge Economy*, v. 15, n. 1, p. 110–143, 1 mar. 2024.

AMARAL, Nelson Cardoso. **PEC 241/55: a “morte” do PNE (2014-2024) e o poder de diminuição dos recursos educacionais.** *RBP AE* - v. 32, n. 3, p. 653 - 673 set./dez. 2016. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbpae/article/view/70262/39677>.

AN, M.-H.; RI, G.-Y.; RIM, G.-N. **Intellectual Product and Method of Assessing the Competitiveness of an Enterprise with It.** *Journal of the Knowledge Economy*, v. 11, n. 3, p. 1059–1085, 1 set. 2020.

ANDRADE, D. C. **Fatores Condicionantes do Crescimento Econômico de Longo Prazo na China: Aspectos Teóricos e Investigação Empírica.** 2006.

ANDRADE, M. V. *et al.* **Análise da estrutura do setor saúde e sua inserção na economia brasileira utilizando as matrizes de insumo-produto de 2000 e 2005.** Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, maio 2011. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/paper/cdptexdis/td424.htm>. Acesso em: 22 dez. 2024.

ANDRADE, M. A. B. DE. **As contribuições da avaliação dos cursos de graduação para a melhoria da qualidade da educação superior.** 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/9019>

ANDRADE, M. A. B. **A avaliação da educação superior: uma breve análise no campo teórico - conceitual.** *Revista entre ideias: educação, cultura e sociedade*, v. 1, n. 2, 6 nov. 2012.

ANNABI, N.; HARVEY, S.; LAN, Y. **Public Expenditures on Education, Human Capital and Growth in Canada: An OLG Model Analysis.** *EcoMod*, 1 jul. 2008. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/paper/ekd000238/23800004.htm>. Acesso em: 10 dez. 2024.

ARAÚJO, M. H. *et al.* **“Spin-Off” acadêmico: criando riquezas a partir de conhecimento e pesquisa.** *Química Nova*, v. 28, p. S26–S35, dez. 2005.

ARAÚJO, L. F. de S. **REFLEXÃO SOBRE A EDUCAÇÃO NO BRASIL: INFORMES DOS CORTES DO GOVERNO FEDERAL NO ORÇAMENTO DA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA NOS ÚLTIMOS ANOS.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, 2022.

ARMINGTON, P. S. **A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production.** *International Monetary Fund Staff Papers*, v. 16, n. 1, p. 159-178, 1969.

ARISTOVNIK, A. **The relative efficiency of education and R&D expenditures in the new EU member states.** *Journal of Business Economics and Management*, v. 13, n. 5, p. 832–848, 2012.

ASUTAY, M.; UBAIDILLAH. **Examining the Impact of Intellectual Capital Performance on Financial Performance in Islamic Banks**. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 15, n. 1, p. 1231–1263, 1 mar. 2024.

AUDRETSCH, D. B.; BELITSKI, M. **Three-ring entrepreneurial university: in search of a new business model**. *Studies in Higher Education*, v. 46, n. 5, p. 977–987, 4 maio 2021.

AUERBACH, Alan J.; GORODNICHENKO, Yuriy; MURPHY, Daniel. **Fiscal Multipliers in the COVID-19 Era**. NBER Working Paper, w27610, 2020.

AUTIO, E. *et al.* **Entrepreneurial innovation: The importance of context**. *Research Policy*, v. 43, n. 7, p. 1097–1108, 1 set. 2014.

AUTOR, David H.; LEVY, Frank; MURNANE, Richard J. **The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration**. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 118, n. 4, p. 1279–1333, nov. 2003.

BADILLO, E. R.; MORENO, R. **What drives the choice of the type of partner in R&D cooperation? Evidence for Spanish manufactures and services**. *Applied Economics*, v. 48, n. 52, p. 5023–5044, 7 nov. 2016.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório de Política Monetária**. Brasília: Banco Central do Brasil, 2025. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/publicacoes/relatoriopoliticamonetaria2025>. Acesso em: 11 set. 2025.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **O crescimento da economia brasileira 2018-2030**. Perspectivas DEPEC, 2018.

BARKHORDARI, S.; FATTAHI, M.; AZIMI, N. A. **The Impact of Knowledge-Based Economy on Growth Performance: Evidence from MENA Countries**. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 10, n. 3, p. 1168–1182, 1 set. 2019

BARROS, A. D. S. X. **Expansão da educação superior no Brasil: limites e possibilidades**. *Educação & Sociedade*, v. 36, n. 131, p. 361–390, jun. 2015.

BECKER, G. S. **Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education, First Edition**. NBER, 1964. Disponível em: <https://www.nber.org/books-and-chapters/human-capital-theoretical-and-empirical-analysis-special-reference-education-first-edition>. Acesso em: 19 nov. 2024.

BEN-DAVID, Itzhak; BENA, Jan; WANG, Jialan. **Labor Scarcity, Automation, and Capital Investment**. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research (NBER), dez. 2023. (NBER Working Paper, n. w31986). Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w31986>.

BETARELLI JUNIOR, A.A. **Um modelo de equilíbrio geral com retornos crescente de escala, mercados imperfeitos e barreiras à entrada: aplicações para setores regulados de transporte no Brasil**. 2013. Tese (Doutorado em economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG), 2013.

BETARELLI JUNIOR, A. A.; PEROBELLI, F. S.; VALE, V. A. UM MODELO NACIONAL DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL DINÂMICO-RECURSIVO (EGC-RD) PARA O BRASIL NO ANO DE 2011 (BIM-RD). Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais (LATES), Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015. (Texto para discussão 01-2015)

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, n. C, p. 235–253, 2020.

BETARELLI JUNIOR, A. A. *et al.* **COVID-19, public agglomerations and economic effects: Assessing the recovery time of passenger transport services in Brazil**. Transport Policy, v. 110, p. 254–272, 1 set. 2021.

BISPO, Arthur Casemiro. **“Crowding-In” ou “Crowding-Out”? Uma investigação voltada para a economia brasileira no período de 2002 até 2019**. 2021. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021.

BOEING, Philipp; EBERLE, Jonathan; HOWELL, Anthony. **The impact of China's R&D subsidies on R&D investment, technological upgrading and economic growth**. Technological Forecasting and Social Change. Volume 174, January 2022.

BOR, Y. J., CHUANG, Y., LAI, W. YANG, C. A. **A dynamic general equilibrium model for public R&D investment in Taiwan**. Economic Modelling, V.27, p. 171-183, 2010.

BYE, B.; FÆHN, T.; HEGGEDAL, T-R. **Welfare and growth impacts of innovation policies in a small, open economy; an applied general equilibrium analysis**. Economic Modelling, v. 26, n. 5, p. 1075-1088, 2009.

BYE, B.; FAEHN, T.; GRÜNFELD, L.A. **Growth and innovation policy in a small, open economy: should you stimulate domestic R&D or exports?** The BE Journal of Economic Analysis & Policy, v. 11, n. 1, 2011.

BLOOM, D.; CANNING, D.; SEVILLA, J. **Economic Growth and the Demographic Transition**. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research, dez. 2001. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w8685.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2024.

BOTELHO, L. H. F.; Teixeira da Costa, T. de M.; Louzano, J. P. de O.; Lelis, D. A. S. de. **Efeito crowding-out (exclusão) entre orçamentos de políticas de renda e serviços públicos em países da OCDE / Crowding-out effect between income policies and public services budgets in OECD countries**. Revista Catarinense da

Ciência Contábil, Florianópolis, SC, v. 23, e3408, p. 1-20, 2024. DOI: 10.16930/2237-766220243408.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em www.planalto.gov.br/ccivil03/constituicao/constituicao_compilado.htm. Acesso em 28/dez / 2024.

BRASIL. **Emenda constitucional nº 95, de 15 de dezembro de 2016, altera o ato das disposições constitucionais transitórias, para instituir o novo regime fiscal, e dá outras providências**. Disponível em [HTTPS://www.planalto.gov.br/ccivil03/constituicao/emendas/emc95.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil03/constituicao/emendas/emc95.htm). Disponível em 28/dez/2024.

BRIGANTE, P. C. **Análise dos indicadores de intensidade de P&D: entendendo os efeitos da estrutura industrial e dos gastos setoriais**. Nova Economia, v. 28, p. 523–548, ago. 2018.

BRASIL. **Presidência da República. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Plano Plurianual da União 2024–2027**. Brasília, DF: MPO, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/planejamento/ppa>. Acesso em: 11 set. 2025.

BRASIL. **Lei Complementar nº 200, de 30 de agosto de 2023, institui regime fiscal sustentável para garantir a estabilidade macroeconômica do país e criar as condições adequadas ao crescimento socioeconômico, fundamento no ART 6º da emenda constitucional nº 126, de 21 de dezembro de 2022, e no inciso VIII do Caput e no parágrafo único do ART 163 da Constituição federal; e altera a lei complementar 101, de 04 de maio de 2000 (Lei de Responsabilidade Fiscal)**. Disponível em: [HTTPS://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/lcp/lcp200.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/lcp/lcp200.htm). Acesso em 29/Dez/2024.

BRAATZ, J. (2020). *MEGA-RS: um modelo de equilíbrio geral dinâmico aplicado ao Rio Grande do Sul*. *Cadernos de Finanças Públicas*, 18(1), 1-75. DOI: 10.55532/1806-8944.2018.39

CABRAL, J. DE A.; PEROBELLI, F. S. **ANÁLISE DE DECOMPOSIÇÃO ESTRUTURAL PARA O SETOR DE SAÚDE BRASILEIRO – 2000-2005**. pesquisa e planejamento econômico, v. 42, n. 3, 2012.

BREDOW, S. M. S.; CUNHA, A. M.; LÉLIS, M. T. C. **Investimentos públicos e privados no Brasil entre 1996 e 2018**. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 42, n. 4, p. 957–976, out. 2022.

CAETANO, E. F. D. S. **Fonte própria como recursos financeiros adicionais fato ou ilusão? Uma análise das arrecadações próprias de quatro universidades federais**. Doutorado em Estado, Sociedade e Educação—São Paulo: Universidade de São Paulo, 21 mar. 2023.

CAPOZZA, C.; DIVELLA, M. **Human capital and firms' innovation: evidence from emerging economies**. *Economics of Innovation and New Technology*, v. 28, n. 7, p. 741–757, 2019.

CARVALHO, Eduardo dos Santos de Sá; FILHO, Nemésio Freitas Duarte. **Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0**. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação. Recebido/Submission: 20/03/2018.

CARVALHO, Francisco João de Deus.; JÚNIOR, Alcides Leão Santos. **“Políticas públicas para a educação superior e criação de novas Ifes: revisão sistemática”**. Planejamento e Políticas Públicas, n. 55, 2020, pp. 11-25.

CARRARA, Anieli Fagundes; FERREIRA, Gleise Annie. **DISPÊNDIO EM P&D NO BRASIL: UMA ANÁLISE DA SUA EVOLUÇÃO E IMPACTO NO PRODUTO DO PAÍS**. ResearchGate, 22 out. 2024.

CARVALHO, F. J. DE D. DE; JÚNIOR, A. L. S. **POLÍTICAS PÚBLICAS PARA EDUCAÇÃO SUPERIOR E CRIAÇÃO DE NOVAS IFES: REVISÃO SISTEMÁTICA**. Planejamento e Políticas Públicas, n. 55, 2020.

CASTRO, Jorge Abrahão de. **EVOLUÇÃO E DESIGUALDADE NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA**. Educ. Soc., Campinas, vol. 30, n. 108, p. 673-697, out. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/Py9jLMhddTWMfKQtY45L6dy/?format=pdf&lang=pt>

CHEN, D. H. C.; DAHLMAN, C. J. **The Knowledge Economy, the Kam Methodology and World Bank Operations**. Rochester, NY Social Science Research Network, 19 out. 2005. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=841625>>. Acesso em: 8 dez. 2024

CHOONG, K. K.; LEUNG, P. W. **A Critical Review of the Precursors of the Knowledge Economy and Their Contemporary Research: Implications for the Computerized New Economy**. Journal of the Knowledge Economy, v. 13, n. 2, p. 1573–1610, 1 jun. 2022.

COE, D. T., HELPMAN, E. **International R&D spillovers**. European Economic Review. V.39 (5), p.859-887, 1995.

COHEN, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). **Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation**. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). **Relatório de Gestão de 2019**. Brasília: CNPq, 2019.

COSTA, J. S. DE M. *et al.* **Expansão da educação superior e progressividade do investimento público**. <http://www.ipea.gov.br>, fev. 2021.

COSTA, Jordanna M. Nunes; FERREIRA, Jesse R. **Programa Universidade para todos (Prouni): política pública afirmativa ou mecanismo de consolidação do setor privado na educação superior brasileira**. In: CONFERÊNCIA FORGES - Fórum da Gestão do Ensino Superior nos Países e Regiões de Língua Portuguesa, 2. 2012, Macau. Documentos. 2012.

COSTA, Joana; SILVEIRA, Fernando Gaiger; COSTA, Roberta; WALTENBERG, Fábio. IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **EXPANSÃO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR E PROGRESSIVIDADE DO INVESTIMENTO PÚBLICO**. Texto para Discussão, 2631. Brasília, fevereiro de 2021. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10500/1/td_2631.pdf.

CORONG, E.L.; HORRIDGE, M. **PHILGEM: A SAM-based Computable General Equilibrium Model of the Philippines**. Centre of Policy Studies: Monash University. General Paper No. G-277, April-2012.

CORONG, E.L.; *Tariff elimination, gender and poverty in the Philippines: A computable general equilibrium (CGE) microsimulation analysis*. Melbourne: Center of Policy Studies, 2014.

CORBUCCI, Paulo Roberto. **Desafios da Educação Superior e Desenvolvimento no Brasil**. Texto para Discussão. IPEA -Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, julho de 2007.

CURY, Carlos RobertoJ. “Graduação/pós-graduação: a busca de uma relação virtuosa”. *Educação e Sociedade*, v. 25, n. 88, 2004, pp. 777-93.

COE, David T.; HELPMAN, Elhanan; HOFFMAISTER, Alexander W. **International R&D Spillovers and Institutions**. International Monetary Fund. 2008.

CUNNINGHAM, J. A.; LINK, A. N. **Fostering university-industry R&D collaborations in European Union countries**. *International Entrepreneurship and Management Journal*, v. 11, n. 4, p. 849–860, 1 dez. 2015.

DAVID, P. A.; HALL, B. H.; TOOLE, A. A. **Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence**. *Research Policy*, v. 29, n. 4-5, p. 497-529, 2000.

DE LA FUENTE, A.; CICCONE, A. **Human capital in a global and knowledge-based economy**. Barcelona School of Economics, jan. 2003. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/paper/bgewpaper/70.htm>. Acesso em: 14 nov. 2024.

DE LIMA FIGUEIREDO, N.; FERNANDES, C. I.; ABRANTES, J. L. **Triple Helix Model: Cooperation in Knowledge Creation**. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 14, n. 2, p. 854–878, 1 jun. 2023.

DE LONG, J. Bradford; SUMMERS, Lawrence H. **Equipment Investment and Economic Growth**. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 106, n. 2, p. 445-502, maio 1991.

DE NEGRI, F., DE NEGRI, J.A., LEMOS, M. B. **Impactos do ADTEN e do FNDCT sobre o desempenho e os esforços tecnológicos das firmas industriais brasileiras**. *Revista Brasileira de Inovação*. V.8, n.1, 2009.

DE NEGRI, F. **Elementos para a análise da baixa inovatividade brasileira e o papel das políticas públicas**. *Revista USP*, n.93, 2012.

DE NEGRI, F., CAVALCANTE, L. R., JACINTO, P. A. **Inovação, P&D e produtividade na indústria brasileira**. Radar no. 34. IPEA: Brasília, 2014.

DE NEGRI, Fernanda.; KOELLER, Priscila. **Políticas Públicas para Pesquisa e Inovação em Face da Crise da COVID-19**. Nota Técnica. 64, Ipea, 2020.

DE NEGRI, João Alberto. **Investir em inovação é garantir o futuro**. Ipea, 2022.

DIAO, X.; ELBASHA, E.H.; ROE, T.L.; YELDAN, E. **A Dynamic CGE Model: An Application of R&D-Based Endogenous Growth Model Theory**. ECONOMIC DEVELOPMENT CENTER. May 1996.

DIAO, X.; ELBASHA, E.H.; ROE, T.L.; YELDAN, E. **A Dynamic CGE Model: An Application of R&D-Based Endogenous Growth Model Theory**. ECONOMIC DEVELOPMENT CENTER. May 1996.

DIEESE. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Desafios da Educação Brasileira: comentários sobre os indicadores da publicação *Education at a Glance 2019***, da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Disponível em: <https://www.dieese.org.br/notatecnica/2019/notaTec217educacao/index.html?page=2>.

DINIZ, M. J. T.; DINIZ, M. B. **Trajetória Recente do Sistema de Educação Superior no Brasil**. 2023.

DIXON, P. B. *et al.* ORANI: **A Multisectoral Model of the Australian Economy**. Amsterdam: North-Holland Pub. Co, 1982.

DIXON, P. B.; RIMMER, M. **Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: a practical guide and documentation of MONASH**. Amsterdam: Elsevier, 2002.

ENAP, Escola Nacional de Administração Pública. **Políticas Internacionais de Incentivo a Pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Desenhos horizontais e aplicados ao setor de TICs. Outubro, 2022.

EOM, B.-Y.; LEE, K. **Determinants of industry–academy linkages and, their impact on firm performance: The case of Korea as a latecomer in knowledge industrialization**. Research Policy, Special Section on Government as Entrepreneur. v. 39, n. 5, p. 625–639, 1 jun. 2010.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. **The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations**. Research Policy, v. 29, n. 2, p. 109–123, fev. 2000.

FAGERBERG, J. **International Competitiveness**. Economic Journal, v. 98, n. 391, p. 355–74, 1988.

FAHIM, A. *et al.* **The nexus between higher education and economic growth in Morocco: an empirical investigation using VaR model and VECM.** Multimedia Tools and Applications, v. 82, n. 4, p. 5709–5723, 1 fev. 2023.

FEOLA, R.; PARENTE, R.; CUCINO, V. **The Entrepreneurial University: How to Develop the Entrepreneurial Orientation of Academia.** Journal of the Knowledge Economy, v. 12, n. 4, p. 1787–1808, 1 dez. 2021.

FERNANDES, D. R. A.; GADELHA, C. A. G.; MALDONADO, J. M. S. DE V. **Vulnerabilidades das indústrias nacionais de medicamentos e produtos biotecnológicos no contexto da pandemia de COVID-19.** Cadernos de Saúde Pública, v. 37, p. e00254720, 16 abr. 2021.

FERNANDES, Maria Dilnéia Espíndola; PEREIRA, Eduardo Tadeu; BEZERRA, Maria do Socorro Sales Felipe. **A política educacional brasileira no contexto do regime de austeridade fiscal.** Revista Educação e Políticas em Debate –v. 10, n. 1, p. 29-45, jan./abr.2021 -ISSN 2238-8346.

FILS, L. R. N.; NKEMGHA, G. Z.; CHE, G. N. **Efficiency of Public Investments in Education and Economic Growth in the CEMAC.** Journal of the Knowledge Economy, v. 15, n. 2, p. 5407–5427, 1 jun. 2024.

FOCHEZATTO, A. **A estrutura da demanda final e distribuição de renda no Brasil: uma abordagem multissetorial utilizando uma matriz de contabilidade social.** Revista Economia, v.12, n.1, p. 111-130, jan/abr 2011.

FUENTE, A.; CICCONE, A. **Human Capital in a Global and Knowledge-based Economy.** 1 jan. 2002.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **A Saúde no Brasil em 2030 - Diretrizes para a Prospecção Estratégica do Sistema de Saúde Brasileiro.** Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgleclefindmkaj/https://saudeamanha.fiocruz.br/wp-content/uploads/2016/07/saude-2030livro-sintese.pdf.

GADELHA, C. A. G. **O complexo industrial da saúde e a necessidade de um enfoque dinâmico na economia da saúde.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 8, p. 521–535, 2003.

GADELHA, C. A. G.; COSTA, L. S.; MALDONADO, J. **O complexo econômico-industrial da saúde e a dimensão social e econômica do desenvolvimento.** Revista de Saúde Pública, v. 46, n. suppl 1, p. 21–28, dez. 2012.

GADELHA, C. A. G.; BRAGA, P.S da Costa.; MONTENEGRO, K.B.M.; CESÁRIO, B.C. **Access to vaccines in Brazil and the global dynamics of the Health Economic-Industrial Complex.** Cad. Saúde Pública 2020; 36 Sup 2:e00154519.

GALLIPOLI, Giovanni; MEGHIR, Costas; VIOLANTE, G. **Education decisions and policy interventions: a general equilibrium evaluation.** Mimeo, University of British Columbia, 2006.

GARAU, G.; LECCA, P. **Impact Analysis of Regional Knowledge Subsidy: a CGE Approach**. Working Paper CRENoS 200811, centre for North South Economic Research, University of Cagliari and Sassari, Sardinia. 2008.

GARAU, G., LECCA, P. **The effect of R&D subsidy policy on regional growth and unemployment**. Proceedings the 16th International Input-Output Conference; Istanbul, 2007.

GIOVANELLA, L. *et al.* (EDS.). **Políticas e sistema de saúde no Brasil**. 2. ed. Editora FIOCRUZ, 2012.

GOEL, Rajeev K.; PAYNE, James E.; RAM, Rati. **R&D expenditures and U.S. economic growth: A disaggregated approach**. *Journal of Policy Modeling*. Volume 30, Issue 2, March–April 2008, Pages 237-250.

GODIN, B. **The Knowledge-Based Economy: Conceptual Framework or Buzzword? The Journal of Technology Transfer**, v. 31, n. 1, p. 17–30, 1 jan. 2006.

GOOLSBEE, Austan. Does government R&D policy mainly benefit scientists and engineers? *American Economic Review*, v. 88, n. 2, p. 298-302, maio 1998.

GONCALVES, E.; SIMOES, R. **Padrões de Esforço Tecnológico da Indústria Brasileira: Uma Análise Setorial a Partir de Técnicas Multivariadas**. *Revista Economia, Brasília (DF)*, v.6, n.2, p.391–433, jul. /dez. 2005.

GOULDER, Lawrence H.; SCHNEIDER, Stephen H. **Induced technological change and the attractiveness of CO₂ abatement policies**. *Resource and Energy Economics*. Volume 21, Issues 3–4, August 1999, Pages 211-253.

GREENWOOD, Jeremy; HERCOWITZ, Zvi; KRUSELL, Per. **Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change**. *American Economic Review*, v. 87, n. 3, p. 342-362, jun. 1997.

GUERRERO, M. *et al.* **Entrepreneurial universities: emerging models in the new social and economic landscape**. *Small Business Economics*, v. 47, n. 3, p. 551–563, 1 out. 2016.

GUELLEC, Dominique; VAN POTTESLSBERGHE, Bruno. **From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?** Article in *Oxford Bulletin of Economics & Statistics* · July 2004.

_____. **R&D and Productivity Growth: A Panel Data Analysis of 16 OECD Countries**. July 2002. *OECD Economic Studies* 33(33).

GUIMARÃES TOGEIRO DE MORA, R.; NOGUEIRA DA CRUZ, H. **Teoria do crescimento endógeno e a inovação tecnológica no Brasil**. *Review of Administration and Innovation - RAI*, v. 10, n. 3, p. 230–250, 1 out. 2013.

GUMUS, Erdal; CELIKAY, Ferdi. **R&D Expenditure and Economic Growth: New Empirical Evidence**. The Journal of Applied Economic Research. Publicado 31 de julho de 2015.

GUSSO, Divonzir. **A FORMAÇÃO DE AGENTES DE INOVAÇÃO NO BRASIL: OPORTUNIDADES E RISCOS EM POLÍTICAS PÚBLICAS**. Capítulo 13 do Livro: Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica, Edição do IPEA, 2008.

Disponível em:

https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/index.php?option=com_content&view=article&id=5569.

GUMUS, Erdal; CELIKAY, Ferdi. **R&D Expenditure and Economic Growth: New Empirical Evidence**. The Journal of Applied Economic Research. Publicado 31 de julho de 2015.

HADDAD, E. A. *Regional inequality and structural changes: lessons from the Brazilian experience*. Aldershot: Ashgate, 1999.

HADDAD, E. A. *Retornos crescentes, custos de transporte e crescimento regional*. 2004. 207f. Tese (Livre-Docência em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), São Paulo, 2004.

HALL, B.H.; VAN REENEN, J. **How effective are fiscal incentives for R&D? A review of the evidence**. Research Policy, 29, pp.449-469, 2000

HALL, B. H.; MAIRESSE, J.; MOHNEN, P. Chapter 24 - Measuring the Returns to R&D. Em: HALL, B. H.; ROSENBERG, N. (Eds.). **Handbook of the Economics of Innovation**. Handbook of the Economics of Innovation, Volume 2. [s.l.] North-Holland, 2010. v. 2p. 1033–1082.

HAN, Y. **Navigating Supply Chain Resilience in the Knowledge Economy: Insights from Digital Technologies and Organizational Information Processing**. Journal of the Knowledge Economy, 23 ago. 2024.

HANUSHEK, E. A.; KIMKO, D. D. **Schooling, Labor-Force Quality, and the Growth of Nations**. American Economic Review, v. 90, n. 5, p. 1184–1208, 1 dez. 2000.

HANUSHEK, E. A.; WOESSMANN, L. **Do better schools lead to more growth?** Cognitive skills, economic outcomes, and causation. Journal of Economic Growth, v. 17, n. 4, p. 267–321, dez. 2012.

HANUSHEK, ERIC A; RUHOSE, Jens; WOESSMANN, Ludger. **Knowledge Capital and Aggregate Income Differences: Development Accounting for US States**. American Economic Journal: Macroeconomics 2017, 9(4): 184–224.

HANUSHEK, E.A., WOESSMANN, L., **Universal Basic Skills: What Countries stand to gain**. OECD Publishing, 2015.

HANUSHEK, E.A., WOESSMANN, L., **Schooling, educational achievement, and the Latin American growth puzzle**, J. Dev. Econ. (2012), doi: 10.1016/j.jdeveco.2012.06.004.

HERZER, D. **The impact of domestic and foreign R&D on TFP in developing countries**. World Development, v. 151, p. 105754, 1 mar. 2022a.

HOLGUIN, T. G. **Contas de Saúde no Brasil: análise crítica das metodologias utilizadas para mensurar o setor saúde na economia**. Tese. 2021.

HONG, C. *et al.* **Validation of an R&D-based computable general equilibrium model**. Economic Modelling, v. 42, p. 454–463, 1 out. 2014.

HORRIDGE, M. ORANI-G: **A General Equilibrium Model of the Australian Economy**. Working Paper Number OP-93. Melbourne: Centre of Policy Studies and Impact Project, Monash University, 2000.

HOUGHTON, J.; SHEEHAN, P. **A Primer on the Knowledge Economy**. Monograph. Disponível em: <<http://vuir.vu.edu.au/>>. Acesso em: 19 nov. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Contas Nacionais: Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. (Relatórios Metodológicos, v. 41).

IBGE, C. DE C. N. **Sistema de Contas Nacionais**. Rio de Janeiro, RJ: Ibge, 2023.

IBGE. **Governo e Administração Pública. Sistema de Contas Nacionais**. São Paulo, SP: Ibge, 2013. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Sistema_de_Contas_Nacionais/Seminarios_Contas_Nacionais_2010/Governo_e_APU.pdf

İSMİHAN, U.; M, F. **Knowledge and Economic Growth: A Dynamic Panel Data Analysis for OECD Countries**. [s.l.] Science and Technology Policies Research Center, Middle East Technical University (Ankara, Turkey), 2018. Disponível em: <<https://open.metu.edu.tr/handle/11511/92085>>. Acesso em: 14 nov. 2024.

JOHANSEN, L. **A multisectoral model of economic growth**. Amsterdam: North-Holland Pub. Co, 1960.

JONES, C. I. **R & D-Based Models of Economic Growth**. Journal of Political Economy, v. 103, n. 4, p. 759–784, 1995.

JUNG, H.-S.; THORBECKE, E. **The impact of public education expenditure on human capital, growth, and poverty in Tanzania and Zambia: a general equilibrium approach**. Journal of Policy Modeling, v. 25, n. 8, p. 701–725, 2003.

JUNG, Sungmoon; HWANG, Won-Sik; YEO, Yeongjun; LEE, Jeong-Dong. **STUDY ON THE EFFECTS OF INNOVATION ON EMPLOYMENT STRUCTURE AND ECONOMIC GROWTH: A COMPUTABLE GENERAL EQUILIBRIUM APPROACH**. EcoMod, 2016.

KHAN, Mosahid; Luintel, Kul B. **Sources of Knowledge and Productivity: How Robust is the Relationship?** OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2006/6, OECD Publishing.

KŘÍSTKOVÁ, Zuzana *et al.* **Impact of R&D investment on economic growth of the Czech Republic-a recursively dynamic CGE Approach.** Prague economic papers, v. 21, n. 4, 2012.

KOELLER, Priscila. **Investimentos Federais em Pesquisa e Desenvolvimento: Estimativas para o Período 2000-2020.** Nota Técnica, No. 56. Ipea, janeiro de 2020.

KURTZ, Ana Gabriela; ARANHA, Bruno Caldas. **A nova política industrial e o desenvolvimento de tecnologia no Brasil.** Migalhas, 2004. Acessado no dia 15/11/23.

L.A, M.; B.B, D. **INNOVATIVE ACTIVITY OF HUMAN CAPITAL.** Доклады HAH PK, n. 4, p. 81–86, 7 abr. 2020.

LAINE, K.; LEINO, M.; PULKKINEN, P. **Open Innovation Between Higher Education and Industry.** Journal of the Knowledge Economy, v. 6, n. 3, p. 589–610, 1 set. 2015a.

LEYDESDORFF, L. **The Triple Helix of University-Industry-Government Relations** (February 2012). SSRN Electronic Journal, 2012.

LI, J.; RIM, G.-N.; AN, C.-J. **Comparative Study of Knowledge-Based Economic Strength Between China and the USA.** Journal of the Knowledge Economy, v. 14, n. 4, p. 4256–4292, 1 dez. 2023.

LIMA, S. R. DE; NASCIMENTO, L. F. C. **Industry and Education 4.0 as inclusive technologies in support of remote education in public and private basic education during the COVID 19 pandemic in Brazil.** Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 1, p. 6741–6757, 25 jan. 2022.

LIU, Z. *et al.* **How public education investment and advanced human capital structure affect regional innovation: A spatial econometric analysis from the perspective of innovation value chain.** Socio-Economic Planning Sciences, v. 91, p. 101800, 1 fev. 2024.

LOCKETT, A. *et al.* **The creation of spin-off firms at public research institutions: Managerial and policy implications.** Research Policy, The Creation of Spin-off Firms at Public Research Institutions: Managerial and Policy Implications. v. 34, n. 7, p. 981–993, 1 set. 2005.

LÖFGREN, Hans; HARRIS, Rebecca L.; ROBINSON, Sherman. **A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS.** Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2002. (TMD Discussion Paper, n. 75).

LÜTHI, S.; THIERSTEIN, A.; BENTLAGE, M. **Interlocking Firm Networks in the German Knowledge Economy.** On Local Networks and Global Connectivity. Raumforschung und Raumordnung, v. 69, n. 3, p. 161–174, 1 jun. 2011a.

MA, L.; GAN, Y.; HUANG, P. **Higher Education Investment, Human Capital Level, and High-Quality Economic Development: Evidence from Chinese Provincial Data**. Finance Research Letters, p. 106419, 6 nov. 2024a.

MARQUES, Fabrício. **Ciclo interrompido**. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/ciclo-interrompido/>>. Acesso em: 5 jan. 2025.

MA, L.; GAN, Y.; HUANG, P. **Higher Education Investment, Human Capital Level, and High-Quality Economic Development: Evidence from Chinese Provincial Data**. Finance Research Letters, p. 106419, 6 nov. 2024b.

MARTINS, M.A. **LEI DE INFORMÁTICA, SISTEMA PRODUTIVOS E EFEITOS ECONÔMICOS: UMA ANÁLISE DAS DIRETRIZES REQUISITADAS PELA OMC NO BRASIL**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da UFJF. 2021

MARIANO, C. M. **Emenda constitucional 95/2016 e o teto dos gastos públicos: Brasil de volta ao estado de exceção econômico e ao capitalismo do desastre**. Revista de Investigações Constitucionais, v. 4, n. 1, p. 259, 16 fev. 2017.

MINOLA, T.; DONINA, D.; MEOLI, M. **Students climbing the entrepreneurial ladder: Does university internationalization pay off?** Small Business Economics, v. 47, n. 3, p. 565–587, 1 out. 2016.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Plano Nacional de Educação - Lei nº 13.005/2014**. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionaisde-educacao/543-plano-nacional-de-educacaolei-n-13-005-2014>. Acessado em 28 de outubro de 2023.

MIGUEZ, T. (2016). **Evolução da Formação Bruta de Capital Fixo na Economia Brasileira 2000-2013: Uma Análise Multissetorial com Base nas Matrizes de Absorção de Investimento (MAIs)**, 155 f., Tese (Doutorado em Economia da Indústria e da Tecnologia), Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MIGUEZ, T.; FREITAS, F. **Matrizes de Absorção de Investimento: proposta metodológica para o SCN Ref. 2010** (No. Provisório, em elaboração). Rio de Janeiro: BNDES, 2019.

MILLER, R.E e BLAIR, P. D (2009). **Input-output analysis: foundations and extensions**. 2a Edition. Cambridge University Press.
MOCHNACS, A.-E. *et al.* **A conceptual review of the higher education system based on open innovation (OI) perspectives**. Humanities and Social Sciences Communications, v. 11, n. 1, p. 423, 16 mar. 2024a.

MONTEIRO NETO, A.; COLOMBO, L. A.; ROCHA NETO, J. M. D. **Desenvolvimento regional no Brasil: políticas, estratégias e perspectivas**, 3. Ipea, 2023.

MORAIS, A.M de P.; VASCONCELOS, S.; RESENDE, M. **O PODER DE MERCADO DAS IES PRIVADAS BRASILEIRAS**. Trabalho Apresentado no 51 Encontro Nacional de Economia – ANPEC, Rio de Janeiro, 2023.

MOREIRA, F. G.; VIOLIN, F. L.; SILVA, L. C. DA. **CAPITAL INTELECTUAL COMO VANTAGEM COMPETITIVA: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO**. Revista de Carreiras e Pessoas, v. 4, n. 3, 2014.

MORETTI, E., Steinwender, C., & Van Reenen, J. (2019). **The Intellectual Spoils of War? Defense R&D, Productivity and International Spillovers**. *NBER Working Paper*.

MOTTA, G. P. D.; PEROBELLI, F. S.; DOMINGUES, E. P. **Avaliação do Padrão de Consumo de Bens e Serviços de Saúde: Uma Abordagem de Equilíbrio Geral Computável para a Economia Brasileira**. Revista Brasileira de Economia, v. 71, p. 463–487, dez. 2017.

MOTTA E ALBUQUERQUE, E. D.; CASSIOLATO, J. E. **As especificidades do sistema de inovação do setor de saúde**. Brazilian Journal of Political Economy, v. 22, p. 701–719, 21 set. 2020.

MUZAM, J. **The Challenges of Modern Economy on the Competencies of Knowledge Workers**. Journal of the Knowledge Economy, v. 14, n. 2, p. 1635–1671, 1 jun. 2023a.

NELSON, R. R. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. Rochester, NY Social Science Research Network, 1993. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=1496195>>. Acesso em: 1 dez. 2024

NEVES, C. E. B.; MARTINS, C. B. **ENSINO SUPERIOR NO BRASIL: UMA VISÃO ABRANGENTE**. 2012.

OECD - **Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Education at a Glance 2015: OECD Indicators**. Disponível em: <https://www.oecd.org/brazil/Education-at-a-glance-2015-Brazil-in-Portuguese.pdf>.

_____. **Education at a Glance 2019. Country Note**. Disponível em: [file:///C:/Users/Elvira/Downloads/Country_Note_EAG_2019_Brasil%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Elvira/Downloads/Country_Note_EAG_2019_Brasil%20(1).pdf).

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OECD). **Oslo Manual. Guideliness for collecting and interpreting innovation data**. 3rd ed. Paris: OECD, 2005.

OFORI, I. K.; OBENG, C. K.; ASONGU, S. A. **What Really Drives Economic Growth in Sub-Saharan Africa? Evidence from the Lasso Regularization and Inferential Techniques**. Journal of the Knowledge Economy, v. 15, n. 1, p. 144–179, 1 mar. 2024.

OJHA, Vijay P. **THE IMPACT OF PUBLIC EDUCATION EXPENDITURE ON ECONOMIC GROWTH AND INCOME DISTRIBUTION IN INDIA**. Business Analyst, ISSN 0973-211X, 37(2) 9-37, SRCC. October 2016-March 2017.

OH, I.; HWANG, S. **Assessing the Effect of the Size of R&D Subsidies on the Economic Performance of SMEs: Comparison of Manufacturing and Service Firms in Korea**. Journal of the Knowledge Economy, v. 15, n. 1, p. 518–546, 1 mar. 2024.

OJHA, Vijay P. **THE IMPACT OF PUBLIC EDUCATION EXPENDITURE ON ECONOMIC GROWTH AND INCOME DISTRIBUTION IN INDIA**. Business Analyst, ISSN 0973-211X, 37(2) 9-37, SRCC. October 2016-March 2017.

OLIVEIRA, J. F. DE *et al.* **A reforma da educação superior e os mecanismos de parceria público-privada**. Perspectiva, v. 23, n. 2, p. 323–348, 1 jan. 2005.

OLLO-LÓPEZ, A.; ARAMENDÍA-MUNETÁ, M. E. **ICT impact on competitiveness, innovation and environment**. Telematics and Informatics, v. 29, n. 2, p. 204–210, maio 2012a.

OECD - Data Explorer. **Main Science and Technology Indicators (MSTI database)**. Disponível em: <[https://data-explorer.oecd.org/vis?lc=en&tm=msti&snb=1&vw=tb&df\[ds\]=dsDisseminateFinalDMZ&df\[id\]=DSD_MSTI%40DF_MSTI&df\[ag\]=OECD.STI.STP&df\[vs\]=&pd=2014%2C&dq=.A.G.PT_B1GQ..&to\[TIME_PERIOD\]=false](https://data-explorer.oecd.org/vis?lc=en&tm=msti&snb=1&vw=tb&df[ds]=dsDisseminateFinalDMZ&df[id]=DSD_MSTI%40DF_MSTI&df[ag]=OECD.STI.STP&df[vs]=&pd=2014%2C&dq=.A.G.PT_B1GQ..&to[TIME_PERIOD]=false)>. Acesso em: 3 jan. 2025.

OPAS/OMS | **Organização Pan-Americana da Saúde**. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/brasil>>. Acesso em: 23 dez. 2024.

OPPEDISANO, V.; TURATI, G. **What are the Causes of Educational Inequalities and of Their Evolution Over Time in Europe? Evidence from PISA**. Rochester, NYSocial Science Research Network, 14 abr. 2011. Disponível em: <<https://papers.ssrn.com/abstract=1809692>>. Acesso em: 17 dez. 2024

PAN, L. (2014). **The impacts of education investment on skilled–unskilled wage inequality and economic development in developing countries**. Economic Modelling, 39(1), 174-181. doi: 10.1016/j.econmod.2014.02.040.

PEDROSA, Renato H.L.; AMARAL, Eliana; KNOBEL, Marcelo. **Assessing higher education learning outcomes in Brazil**. Higher Education Management and Policy Volume 24/2, OECD 2013.

PNE - **Plano Nacional de Educação - PNE**. Disponível em: <<https://pne.mec.gov.br/>>. Acesso em: 8 jan. 2025.

PELLANDA, Andressa. **Em 2019, a educação perdeu R\$ 32,6 bi para o Teto de Gastos**. Reportagem do LE MONDE Diplomatique BRASIL. 26 de abril de 2020. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/a-educacao-perdeu-r-326-bi-para-a-ec-95-do-teto-de-gastos/>.

PYATT, G.; ROUND, J.I. **Accounting and fixed price multipliers in a SAM framework.** *The Economic Journal*, 89:850-873, 1979.

POPOV, E. V.; KOCHETKOV, D. M. **Developing the Regional Knowledge Economy Index: a Case of Russian Regions.** *Journal of the Knowledge Economy*, v. 10, n. 4, p. 1860–1878, 1 dez. 2019a.

PORTO, C.; RÉGNIER, K. **O Ensino Superior no Mundo e no Brasil – Condicionantes, Tendências e Cenários para o Horizonte 2003-2025.** Uma Abordagem Exploratória.

POWELL, W. W.; SNELLMAN, K. **The Knowledge Economy.** *Annual Review of Sociology*, v. 30, n. 1, p. 199–220, 1 ago. 2004.

PYL, B. **A educação perdeu R\$ 32,6 bi para a EC 95 do Teto de Gastos.** *Le Monde Diplomatique*, 26 abr. 2020. Disponível em: <<https://diplomatie.org.br/a-educacao-perdeu-r-326-bi-para-a-ec-95-do-teto-de-gastos/>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

PROQUE, A. L. **Estrutura produtiva, renda e consumo: os efeitos econômicos da CIDE e contrapartidas ao transporte rodoviário de passageiros no Brasil.** Tese, 2019.

PRATT, S.; BLAKE, A.; SWANN, P. *Dynamic general equilibrium model with uncertainty: Uncertainty regarding the future path of the economy.* *Economic Modelling*, v. 32, p. 429–439, 2013. DOI: 10.1016/j.econmod.2013.02.034.

RAUEN, Cristiane Vianna; TURCHI, Lenita Maria. **Apoio à Inovação por Institutos Públicos de Pesquisa: Limites e Possibilidades Legais da Interação ict-empresa.** Capítulo 4, página 115 da POLÍTICAS DE APOIO À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL: AVANÇOS RECENTES, LIMITAÇÕES E PROPOSTAS DE AÇÕES. Organizado pelo IPEA, 2017.

REICHERT, Sybille. *The Role of Universities in Regional Innovation Ecosystems.* EUA Study. Bruxelas: European University Association, março 2019.

RÉGNIER, Karla; PORTO, Claudio. **O Ensino Superior no Mundo e no Brasil – Condicionantes, Tendências e Cenários para o Horizonte 2003-2025.** MEC-dezembro de 2003

REIS, C.; BARBOSA, L. M. DE L. H.; PIMENTEL, V. P. **O desafio do envelhecimento populacional na perspectiva sistêmica da saúde.** 2016.

RÍOS, Gaviria Mario Alberto. **El crecimiento endógeno a partir de las externalidades del capital humano.** *Cuadernos de Economía*, v. 26, n. 46, p. 50–73, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47722007000100003>.

ROCHA, F.; GIUBERTI, A. C. **Composição do gasto público e crescimento econômico: uma avaliação macroeconômica da qualidade dos gastos dos Estados brasileiros.** *Economia Aplicada*, v. 11, p. 463–485, dez. 2007.

ROMER, P.M. **Endogenous technological change**. *Journal of Political Economy*, v.98, n.5, p.S71-S102, 1990.

RONCARATTI, L. S. **Difusão e inovação em políticas públicas no Brasil: uma análise comparativa dos programas de incentivos a startups**. 17 jun. 2019.

ROSSI, P. *et al.* **AUSTERIDADE FISCAL E O FINANCIAMENTO DA EDUCAÇÃO NO BRASIL**. *Educação & Sociedade*, v. 40, p. e0223456, 2019.

SCARF, H. **The approximation of fixed points of a continuous mapping**. *SIAM Journal of Applied Mathematics*, v. 15, n. 5, p. 1328-1343, 1967.

SCARF, H. **The Computation of Economic Equilibria**. *Cowles Foundation Monograph n.24*. New Haven: Yale University Press, 1973.

SADRAOUI, T.; BEM ZINA, N. **Complementarity between private and public investment in R&D: A Dynamic Panel Data analysis**. 2009. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/0905.4272>.

SANTOS, Matheus A. dos. **Educação Pública, Investimentos em P&D e Capital de Conhecimento: O Papel dos Gastos do Governo no Brasil**. Monografia apresentada em 2021 no curso de Economia – UFJF.

SANTOS, Juliana Bonomi. **Knowledge-intensive business services and innovation performance in Brazil**. *Innovation & Management Review*, v. 17, n. 1, p. 58-74, 2020.

SANTOS, Ana Lúcia Felix dos.; AZEVEDO, Janete Maria Lins de. **A pós-graduação no Brasil, a pesquisa em educação e os estudos sobre a política educacional: os contornos da constituição de um campo acadêmico**. *Revista Brasileira de Educação* v. 14 n. 42 set./dez. 2009.

SARABIA-ALTAMIRANO, G.; MARTÍNEZ-BURNES, J.; LEÓN, J. A. R. **Knowledge and Technology Transfer Channels Used by the Academy: Evidence from Mexico**. *Journal of the Knowledge Economy*, v. 15, n. 1, p. 63–87, 2024.

SCHILIRÒ, D. **Chapter 3: Investing in Knowledge: Knowledge, Human Capital and Institutions for the Long Run Growth**. Em: [s.l: s.n.].

SCHULTZ, T. **Capital Formation by Education**. *Journal of Political Economy*, v. 68, n. 6, 1960.

SCHULTZ, T. W. **Investment in Human Capital**. *The American Economic Review*, v. 51, n. 1, p. 1–17, 1961.

SCHUMPETER, J. A. **The “Crisis” in Economics-Fifty Years ago**. *Journal of Economic Literature*, v. 20, n. 3, p. 1049–1059, 1982a.

SGUISSARDI, Valdemar. Modelo de expansão da educação superior no Brasil: predomínio privado/mercantil e desafios para a regulação e a formação universitária. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 105, p. 991-1022, dez. 2008.

SHAHID, M. K. *et al.* **Mapping the Relationship of Research and Development Expenditures and Economic Growth through Bibliometric Analysis: A Theoretical Perspective**. Journal of the Knowledge Economy, 16 fev. 2024a.

SHARMA, M. K.; SHARMA, R. C. **Innovation Framework for Excellence in Higher Education Institutions**. Global Journal of Flexible Systems Management, v. 22, n. 2, p. 141–155, 1 jun. 2021.

SHIZHAO, Z.; MINGYING, M. **Study on Economic Impact of Guizhou Tourism Business Environment Based on CGE Model**. Journal of the Knowledge Economy, v. 15, n. 2, p. 7099–7126, 1 jun. 2024.

SILVEIRA, Márcio Rogério; COCCO, Rodrigo Giralddi; JUNIOR, Nelson Fernandes Felipe. **ALGUMAS REFLEXÕES SOBRE OS RUMOS DA EDUCAÇÃO NO BRASIL**. Textos para Discussão LabCit/GEDRI, v. 4, n. 1, 2023 - ISSN 2675-3308.

SILVA, Adriano Maniçoba da; SANTOS, Beatriz Carolini Silva. **Eficácia de políticas de acesso ao ensino superior privado na contenção da evasão**. Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP, v. 22, n. 3, p. 741-757, nov. 2017.

SOLOW, R. M. **Technical Change and the Aggregate Production Function**. Review of Economics and Statistics, v.39, p. 312-320, 1957.

SOETE, Luc; VERSPAGEN, Bart; ZIESEMER, Thomas HW. **Economic impact of public R&D: an international perspective**. Industrial and Corporate Change. Volume 31, Issue 1, January 2022, Pages 1–18.

STEFFENSEN, M.; ROGERS, E. M.; SPEAKMAN, K. **Spin-offs from research centers at a research university**. Journal of Business Venturing, v. 15, n. 1, p. 93–111, 1 jan. 2000.

STERLACCHINI, A. **R&D, higher education and regional growth: Uneven linkages among European regions**. Research Policy, v. 37, n. 6–7, p. 1096–1107, 2008.

SUWANDARU, A.; ALGHAMDI, T.; NURWANTO, N. **Empirical Analysis on Public Expenditure for Education and Economic Growth: Evidence from Indonesia**. Economies, v. 9, n. 4, p. 146, dez. 2021.

TAVARES, F. B.; LEITE, L. C. **O impacto do investimento público e da infraestrutura nas decisões de investimento privado**. Economia e Desenvolvimento, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 1-22, jul./dez. 2018.

TESOURO NACIONAL. **Relatório Resumido da execução orçamentária (RREO)**. Dezembro 2015-2022. Disponível em [HTTPS://www.tesourotransparente.gov.br/publicações/relatorio-resumido-da-execucao-orcamentaria-rreo/2023/8](https://www.tesourotransparente.gov.br/publicações/relatorio-resumido-da-execucao-orcamentaria-rreo/2023/8). Acesso em: 02/Jan/2025.

TENÓRIO, Marge. MELLO, Guilherme Arantes. VIANA, Ana Luiza D'Avila. **Policies for fostering health science, technology and innovation in Brazil and the role of clinical research.** *Ciência & Saúde Coletiva*, 22(5):1441-1454, 2017.

TRABELSI, N.; BOUJELBENE, Y. **Public Sector Efficiency and Economic Growth in Developing Countries.** *Journal of the Knowledge Economy*, v. 15, n. 1, p. 596–615, 1 mar. 2024a.

TOMASSINI, C.; SOARES, M. C. C.; VARGAS, M. **Priorização das necessidades do sistema público de saúde e produção de ciência, tecnologia e inovação no Brasil.** *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, v. 14, n. 40, 19 fev. 2019.

TURCHI, Lenita Maria; MORAIS, José Mauro de. **POLÍTICAS DE APOIO À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL AVANÇOS RECENTES, LIMITAÇÕES E PROPOSTAS DE AÇÕES.** IPEA. Brasília, 2017.

UNESCO - **RELATÓRIO DE CIÊNCIA DA UNESCO VISÃO GERAL E CENÁRIO BRASILEIRO** – Rumo a 2030. Publicado em 2015 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France, e a Representação da UNESCO no Brasil. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235407_por/PDF/235407por.pdf.multi

UNGER, J. M. *et al.* **Human capital and entrepreneurial success: A meta-analytical review.** *Journal of Business Venturing*, v. 26, n. 3, p. 341–358, 1 maio 2011.

UNITED NATIONS *et al.* **System of National Accounts 2008 (SNA 2008).** New York: United Nations, 2009.

UTKU-ISMIHAN, F. M. **Knowledge, Technological Catch-Up and Economic Growth: A Dynamic Panel Data Analysis For MENA and Latin America.** Working Papers, Working Papers. 26 out. 2003.

UTKU-ISMIHAN, F. M. **Knowledge, technological convergence and economic growth: a dynamic panel data analysis of Middle East and North Africa and Latin America.** *Quality & Quantity*, v. 53, n. 2, p. 713–733, 1 mar. 2019.

VAN ELK, Roel; WEEL, Baster; WIEL, Karen Van Der; WOUTERSE, Bram. **Estimating the Returns to Public R&D Investments: Evidence from Production Functions Models.** *De Economist*. Volume 167, pages 45-87, 2019.

VERBIC, Miroslav; MAJCEN, Boris; COK, Mitja. **RD and Economic Growth in Slovenia: A Dynamic General Equilibrium Approach with Endogenous Growth.** Munich Personal RePEc Archive. 2009.

VERBIC, Miroslav; MAJCEN, Boris; COK, Mitja. **Education and Economic Growth in Slovenia: A Dynamic General Equilibrium Approach with Endogenous Growth.** *Ekonomicky Casopis (Journal of Economics)*. Journal ISSN: 0013-3035- 2014.

VLĂSCLEANU, Adela Simona; PUIU, Lavinia Florența. **Connecting innovation and economic prosperity: The impact of R&D expenditures on economic growth.** *Journal of Economic Science Research*, v. 16, n. 1, p. 11-20, 2025.

WALDOW, Isaque; CONTE FILHO, Carlos Gilbert. **O impacto do investimento público e da infraestrutura nas decisões de investimento privado.** *Economia e Desenvolvimento*, Santa Maria, v. 35, e2, 2023. DOI: 10.5902/1414650971216. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/eed/article/view/71216>.

WANG, E. C. (2010). **Public R&D, absorptive capacity and innovation: empirical evidence from OECD countries.** *Applied Economics*, 42(15), 1885-1896.

WANG, Y. **Debt market friction, firm-specific knowledge capital accumulation and macroeconomic implications.** *Review of Economic Dynamics*, v. 26, p. 19–39, 1 out. 2017.

WOO, Youngjin; KIM, Euijune; LIM, Jaewon. **The Impact of Education and R&D Investment on Regional Economic Growth.** *Sustainability* 2017, 9, 676; doi:10.3390/su9050676. Published: 25 April 2017.

ZAWALIŃSKA, K.; TRAN, N.; PŁOSZAJ, A. **R&D in a post centrally-planned economy: The macroeconomic effects in Poland.** *Journal of Policy Modeling*, v. 40, n. 1, p. 37–59, 1 jan. 2018.

ZEIRA, Joseph. **Workers, Machines, and Economic Growth.** *The Quarterly Journal of Economics*, v. 113, n. 4, p. 1091-1117, nov. 1998.

ZHENG, Qinyue; WANGB, Xingmin; BAO, Chumbing. **Enterprise R&D, manufacturing innovation and macroeconomic impact: An evaluation of China's Policy.** *Journal of Policy Modeling*. Available online 12 September 2023.

ZHU, Y. P.; PARK, H. W. **Publication, Collaboration, Citation Performance, and Triple Helix Innovation Gene of Artificial Intelligence Research in the Communication Field: Comparing Asia to the Rest of the World.** *Journal of the Knowledge Economy*, 28 ago. 2024.

ZUCOLOTO, Graziela Ferrero; SANTANA, Bruna Goussain; VELOSO, Leandro Justino Pereira; JUNIOR, Sérgio Kannebley. **LEI DO BEM E PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS.** Capítulo 8, página 297 da **POLÍTICAS DE APOIO À INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NO BRASIL: AVANÇOS RECENTES, LIMITAÇÕES E PROPOSTAS DE AÇÕES.**

ANEXOS

ANEXO A - BENS/SETORES DA MATRIZ DE INSUMO-PRODUTO

Código	Descrição
C1	Arroz, trigo e outros cereais
C2	Milho em grão
C3	Algodão herbáceo, outras fibras da lavoura temporária
C4	Cana-de-açúcar
C5	Soja em grão
C6	Outros produtos e serviços da lavoura temporária
C7	Laranja
C8	Café em grão
C9	Outros produtos da lavoura permanente
C10	Bovinos e outros animais vivos, produtos animal, caça e erviços
C11	Leite de vaca e de outros animais
C12	Suínos
C13	Aves e ovos
C14	Produtos da exploração florestal e da silvicultura
C15	Pesca e aquicultura (peixe, crustáceos e moluscos)
C16	Carvão mineral
C17	Minerais não metálicos
C18	Petróleo, gás natural e serviços de apoio
C19	Minério de ferro
C20	Minerais metálicos não ferrosos
C21	Carne de bovinos e outros produtos de carne
C22	Carne de suíno
C23	Carne de aves
C24	Pescado industrializado
C25	Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado
C26	Outros produtos do laticínio
C27	Açúcar
C28	Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e sucos de frutas
C29	Óleos e gorduras vegetais e animais
C30	Café beneficiado
C31	Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz
C32	Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho
C33	Rações balanceadas para animais
C34	Outros produtos alimentares
C35	Bebidas
C36	Produtos do fumo
C37	Fios e fibras têxteis beneficiados
C38	Tecidos
C39	Artigos têxteis de uso doméstico e outros têxteis
C40	Artigos do vestuário e acessórios
C41	Calçados e artefatos de couro
C42	Produtos de madeira, exclusive móveis

C43	Celulose
C44	Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel
C45	Serviços de impressão e reprodução
C46	Combustíveis para aviação
C47	Gasoálcool
C48	Naftas para petroquímica
C49	Óleo combustível
C50	Diesel - biodiesel
C51	Outros produtos do refino do petróleo
C52	Etanol e outros biocombustíveis
C53	Produtos químicos inorgânicos
C54	Adubos e fertilizantes
C55	Produtos químicos orgânicos
C56	Resinas, elastômeros e fibras artificiais e sintéticas
C57	Defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários
C58	Produtos químicos diversos
C59	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas
C60	Perfumaria, sabões e artigos de limpeza
C61	Produtos farmacêuticos
C62	Artigos de borracha
C63	Artigos de plástico
C64	Cimento
C65	Artefatos de cimento, gesso e semelhantes
C66	Vidros, cerâmicos e outros produtos de minerais não metálicos
C67	Ferro gusa e ferroligas
C68	Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço
C69	Produtos da metalurgia de metais não ferrosos
C70	Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos
C71	Produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos
C72	Componentes eletrônicos
C73	Máquinas para escritório e equipamentos de informática
C74	Material eletrônico e equipamentos de comunicações
C75	Equipamentos de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos
C76	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos
C77	Eletrrodomésticos
C78	Tratores e outras máquinas agrícolas
C79	Máquinas para a extração mineral e a construção
C80	Outras máquinas e equipamentos mecânicos
C81	Automóveis, camionetas e utilitários
C82	Caminhões e ônibus, inclusive cabines, carrocerias e reboques
C83	Peças e acessórios para veículos automotores
C84	Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte
C85	Móveis
C86	Produtos de indústrias diversas
C87	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos
C88	Eletricidade, gás e outras utilidades
C89	Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos
C90	Edificações

C91	Obras de infraestrutura
C92	Serviços especializados para construção
C93	Comércio por atacado e varejo
C94	Transporte ferroviário de carga
C95	Transporte rodoviário de carga
C96	Transporte dutoviário
C97	Transporte metroferroviário de passageiros
C98	Transporte rodoviário passageiros munic e metropol
C99	Transporte escolar, táxi e rodov passag fretado
C100	Transporte rodoviário coletivo de passageiros, com itinerário fixo, intermunicipal, interestadual e internacional
C101	Transporte aquaviário
C102	Transporte aéreo
C103	Movimentação e armazenagem de cargas
C104	Atividades auxiliares aos transportes terrestres (6)
C105	Atividades auxiliares aos transportes aquaviários (7)
C106	Atividades auxiliares aos transportes aéreos (8)
C107	Atividades organizadoras do transporte de cargas (9)
C108	Correio e outros serviços de entrega
C109	Serviços de alojamento em hotéis e similares
C110	Serviços de alimentação
C111	Livros, jornais e revistas
C112	Serviços cinematográficos, música, rádio e televisão
C113	Telecomunicações, TV por assinatura e outros serviços relacionados
C114	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação
C115	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar
C116	Aluguel efetivo e serviços imobiliários
C117	Aluguel imputado
C118	Serviços jurídicos, contabilidade e consultoria
C119	Pesquisa e desenvolvimento
C120	Serviços de arquitetura e engenharia
C121	Publicidade e outros serviços técnicos
C122	Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual
C123	Condomínios e serviços para edifícios
C124	Outros serviços administrativos
C125	Serviços de vigilância, segurança e investigação
C126	Serviços coletivos da administração pública
C127	Serviços de previdência e assistência social
C128	Educação pública
C129	Educação privada
C130	Saúde pública
C131	Saúde privada
C132	Serviços de artes, cultura, esporte e recreação
C133	Organizações patronais, sindicais e outros serviços associativos
C134	Manutenção de computadores, telefones e objetos domésticos
C135	Serviços pessoais
C136	Serviços domésticos

Fonte: Dados da Matriz de Insumo-Produto (2015).

ANEXO B – AGREGAÇÃO DOS PRODUTOS POR TIPO DE GRUPO

Produtos	Sigla	Grupo
Arroz, trigo e outros cereais	1 ArrozTr	OutAtFix
Milho em grão	2 Milho	OutAtFix
Algodão herbáceo, outras fibras da lavoura temporária	3 Algodao	OutAtFix
Cana-de-açúcar	4 CanaAcu	OutAtFix
Soja em grão	5 Soja	OutAtFix
Outros produtos e serviços da lavoura temporária	6 OtLavTp	OutAtFix
Laranja	7 Laranja	OutAtFix
Café em grão	8 Caf	OutAtFix
Outros produtos da lavoura permanente	9 OtLavPr	OutAtFix
Bovinos e outros animais vivos, produtos animal, caça e serviços	10 Bovinos	OutAtFix
Leite de vaca e de outros animais	11 Leite	OutAtFix
Suínos	12 Suinos	OutAtFix
Aves e ovos	13 AvesOv	OutAtFix
Produtos da exploração florestal e da silvicultura	14 ExplFlo	OutAtFix
Pesca e aquicultura (peixe, crustáceos e moluscos)	15 PescaAq	OutAtFix
Carvão mineral	16 CarvaoM	OutAtFix
Minerais não metálicos	17 MnMetal	OutAtFix
Petróleo, gás natural e serviços de apoio	18 PetroGa	PetroGa
Minério de ferro	19 MinFerr	OutAtFix
Minerais metálicos não ferrosos	20 Mnferro	OutAtFix
Carne de bovinos e outros produtos de carne	21 CarneBo	OutAtFix
Carne de suíno	22 CarneSu	OutAtFix
Carne de aves	23 CarneAv	OutAtFix
Pescado industrializado	24 PescIn	OutAtFix
Leite resfriado, esterilizado e pasteurizado	25 LeiteRe	OutAtFix
Outros produtos do laticínio	26 OtLatic	OutAtFix
Açúcar	27 Acucar	OutAtFix
Conservas de frutas, legumes, outros vegetais e sucos de frutas	28 CoFruta	OutAtFix
Óleos e gorduras vegetais e animais	29 OleoVeA	OutAtFix
Café beneficiado	30 CafeBe	OutAtFix
Arroz beneficiado e produtos derivados do arroz	31 ArrozBe	OutAtFix
Produtos derivados do trigo, mandioca ou milho	32 PdTrigo	OutAtFix
Rações balanceadas para animais	33 RacaoAn	OutAtFix
Outros produtos alimentares	34 OtAlim	OutAtFix
Bebidas	35 Bebidas	OutAtFix
Produtos do fumo	36 PdFumo	OutAtFix
Fios e fibras têxteis beneficiados	37 Texteis	OutAtFix
Tecidos	38 Tecidos	OutAtFix
Artigos têxteis de uso doméstico e outros têxteis	39 ArtText	OutAtFix
Artigos do vestuário e acessórios	40 Vestua	OutAtFix
Calçados e artefatos de couro	41 CalcCou	OutAtFix
Produtos de madeira, exclusive móveis	42 PdMadei	MqEq
Celulose	43 Celulos	OutAtFix

Papel, papelão, embalagens e artefatos de papel	44 Papel	OutAtFix
Serviços de impressão e reprodução	45 Impress	OutAtFix
Combustíveis para aviação	46 CombAvi	OutAtFix
Gasoálcool	47 GasAlco	OutAtFix
Naftas para petroquímica	48 NaftPet	OutAtFix
Óleo combustível	49 OleoCom	OutAtFix
Diesel - biodiesel	50 DieselB	OutAtFix
Outros produtos do refino do petróleo	51 OtRefPe	OutAtFix
Etanol e outros biocombustíveis	52 EtanolB	OutAtFix
Produtos químicos inorgânicos	53 QuimIno	OutAtFix
Adubos e fertilizantes	54 AduboFe	OutAtFix
Produtos químicos orgânicos	55 QuimOrg	OutAtFix
Resinas, elastômeros e fibras artificiais e sintéticas	56 ResinaF	OutAtFix
Defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	57 DefAgri	OutAtFix
Produtos químicos diversos	58 QuimDiv	OutAtFix
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	59 TintasV	OutAtFix
Perfumaria, sabões e artigos de limpeza	60 PerfLim	OutAtFix
Produtos farmacêuticos	61 Farmac	OutAtFix
Artigos de borracha	62 Borrach	OutAtFix
Artigos de plástico	63 Plastic	OutAtFix
Cimento	64 Cimento	OutAtFix
Artefatos de cimento, gesso e semelhantes	65 ArtCimG	OutAtFix
Vidros, cerâmicos e outros produtos de minerais não metálicos	66 VidroNM	OutAtFix
Ferro gusa e ferroligas	67 FerroGu	OutAtFix
Semi acabados, laminados planos, longos e tubos de aço	68 SemiAco	MqEq
Produtos da metalurgia de metais não ferrosos	69 MetaluMnF	MqEq
Peças fundidas de aço e de metais não ferrosos	70 FunAcoMnF	MqEq
Produtos de metal, exclusive máquinas e equipamentos	71 PdMetal	MqEq
Componentes eletrônicos	72 Eletron	MqEq
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	73 MqEInEs	MqEq
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	74 EletrCom	MqEq
Equipamentos de medida, teste e controle, ópticos e eletromédicos	75 EqMedOp	MqEq
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	76 MqAEletri	MqEq
Eletrodomésticos	77 Eletrodo	MqEq
Tratores e outras máquinas agrícolas	78 Trator	MqEq
Máquinas para a extração mineral e a construção	79 MqEMCon	MqEq
Outras máquinas e equipamentos mecânicos	80 OtMqEMe	MqEq
Automóveis, camionetas e utilitários	81 AutoUtil	MqEq
Caminhões e ônibus, inclusive cabines, carrocerias e reboques	82 CamOnib	MqEq
Peças e acessórios para veículos automotores	83 PcVeiAut	MqEq
Aeronaves, embarcações e outros equipamentos de transporte	84 Aeronave	MqEq
Móveis	85 Moveis	MqEq
Produtos de indústrias diversas	86 IndDiv	MqEq
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	87 MantMqEq	MqEq

Eletricidade, gás e outras utilidades	88 EletGasUt	OutAtFix
Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos	89 AguaEsgR	OutAtFix
Edificações	90 Edificac	Constr
Obras de infraestrutura	91 InfraEst	Constr
Serviços especializados para construção	92 SvEConst	Constr
Comércio por atacado e varejo	93 Comercio	OutAtFix
Outros transportes de carga	94 TCarga	OutAtFix
Transporte terrestre de passageiros	95 TTPass	OutAtFix
Transporte aéreo	96 TAereo	OutAtFix
Armazenamento e serviços auxiliares aos transportes	97 Armazem	OutAtFix
Correio e outros serviços de entrega	98 Correio	OutAtFix
Serviços de alojamento em hotéis e similares	99 AloHote	OutAtFix
Serviços de alimentação	100 SvAlim	OutAtFix
Livros, jornais e revistas	101 LivroJor	OutAtFix
Serviços cinematográficos, música, rádio e televisão	102 RadMusic	OutAtFix
Telecomunicações, TV por assinatura e outros serviços relacionados	103 TeleTv	OutAtFix
Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	104 DenvSist	PPI
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	105 FinanSeg	OutAtFix
Aluguel efetivo e serviços imobiliários	106 AlugImo	OutAtFix
Aluguel imputado	107 AlugImp	OutAtFix
Serviços jurídicos, contabilidade e consultoria	108 JuriCont	OutAtFix
Pesquisa e desenvolvimento	109 PesqDes	PPI
Serviços de arquitetura e engenharia	110 ArqEngen	PPI
Publicidade e outros serviços técnicos	111 Publicid	OutAtFix
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	112 AlugNImo	OutAtFix
Condomínios e serviços para edifícios	113 CondEdif	OutAtFix
Outros serviços administrativos	114 OtSvAdm	OutAtFix
Serviços de vigilância, segurança e investigação	115 VigSeg	OutAtFix
Serviços coletivos da administração pública	116 AdmPubl	OutAtFix
Serviços de previdência e assistência social	117 PrevSoc	OutAtFix
Educação pública	118 EduPub	OutAtFix
Educação privada	119 EduPri	OutAtFix
Saúde pública	120 SaudePub	OutAtFix
Saúde privada	121 SaudePri	OutAtFix
Serviços de artes, cultura, esporte e recreação	122 ArteCult	OutAtFix
Organizações patronais, sindicais e outros serviços associativos	123 OgPSind	OutAtFix
Manutenção de computadores, telefones e objetos domésticos	124 MantTele	OutAtFix
Serviços pessoais	125 SvPesso	OutAtFix
Serviços domésticos	126 SvDomes	OutAtFix

Fonte: Elaboração a partir dos dados da MIP (2015).

ANEXO C – DECOMPOSIÇÃO SETORIAL

Subsetores	Intensidade Tecnológica	
	Legenda	Descrição
Subsetor 1	Agro_Low	Agro_Baixo
	Ext_Medlow	Ext_Médio
	Tra_Low	Tra_Baixo
	Tra_Medlow	Tra_Médio
	Tra_Medhigh	Tra_MédioAlto
	Tra_High	Tra_Alto
	Serv_Low	Serv_Baixo
	Serv_Medlow	Serv_Médio
	Serv_KIBS_Hi	Serv_KIBS_Alto
Setores Principais		
Subsetor 2	AgroPec	Agronegócio
	Ind	Indústria
	Serv	Serviços
Natureza e Esforço de P&D		
Subsetor 3	Pdpriv	P&D Privado
	Pdpub	P&D Público
	NPd	Não P&D

Fonte: Dados da Pesquisa.

ANEXO D

ATIVIDADES ECONÔMICAS CONFORME AS CLASSIFICAÇÕES SETORIAIS

Descrição Simplificada	Subsetor 1	Subsetor 2	Subsetor 3
Agricultura	Agro_Low	AgroPec	NPd
Pecuária	Agro_Low	AgroPec	NPd
Exploração florestal e silvicultura	Agro_Low	AgroPec	NPd
Carvão mineral e minerais não metálicos	Ext_Medlow	Ind	PDpriv
Petróleo e gás	Ext_Medlow	Ind	PDpriv
Minério de ferro	Ext_Medlow	Ind	PDpriv
Minerais metálicos não ferrosos	Ext_Medlow	Ind	NPd
Abate e produtos de carne	Tra_Low	Ind	PDpriv
Refino de açúcar	Tra_Low	Ind	PDpriv
Outros alimentos	Tra_Low	Ind	PDpriv
Bebidas	Tra_Low	Ind	PDpriv
Fumo	Tra_Low	Ind	PDpriv
Têxteis	Tra_Low	Ind	PDpriv
Vestuário	Tra_Low	Ind	PDpriv
Calçados e couro	Tra_Low	Ind	PDpriv
Madeira	Tra_Low	Ind	PDpriv
Celulose e papel	Tra_Low	Ind	PDpriv
Impressão e gravações	Tra_Low	Ind	PDpriv
Refino de petróleo	Tra_Medlow	Ind	PDpriv
Biocombustíveis	Tra_Medlow	Ind	PDpriv
Produtos químicos	Tra_Medhigh	Ind	PDpriv
Defensivos, tintas e químicos diversos	Tra_Medhigh	Ind	PDpriv
Limpeza, perfumaria e higiene pessoal	Tra_Medhigh	Ind	PDpriv
Farmoquímicos e farmacêuticos	Tra_High	Ind	PDpriv
Borracha e plástico	Tra_Medlow	Ind	PDpriv
Minerais não metálicos	Tra_Medlow	Ind	PDpriv
Ferro gusa/ferroligas e aço	Tra_Medlow	Ind	PDpriv
Metais não ferrosos e fundição de metais	Tra_Medlow	Ind	PDpriv
Produtos de metal, exceto máquinas	Tra_Medlow	Ind	PDpriv
Informática, eletrônicos e ópticos	Tra_High	Ind	PDpriv
Máquinas e equipamentos elétricos	Tra_Medhigh	Ind	PDpriv
Máquinas e equipamentos mecânicos	Tra_Medhigh	Ind	PDpriv
Automóveis, caminhões e ônibus	Tra_Medhigh	Ind	PDpriv
Pecas para veículos automotores	Tra_Medhigh	Ind	PDpriv
Outros equipamentos de transporte	Tra_Medhigh	Ind	PDpriv
Móveis e indústrias diversas	Tra_Low	Ind	PDpriv
Manutenção de máquinas e equipamentos	Serv_Medlow	Serv	PDpriv
Energia elétrica, gás natural e utilidades	Serv_Low	Serv	PDpriv
Água, esgoto e gestão de resíduos	Serv_Low	Serv	PDpriv
Construção	Serv_Low	Serv	PDpriv
Comércio por atacado e varejo	Serv_Low	Serv	PDpriv
Transporte terrestre	Serv_Low	Serv	NPd
Transporte aquaviário	Serv_Low	Serv	NPd
Transporte aéreo	Serv_Low	Serv	NPd
Armazenamento e auxiliares dos transportes	Serv_Low	Serv	NPd
Alojamento	Serv_Low	Serv	NPd
Alimentação	Serv_Low	Serv	NPd
Edição e edição à impressão	Serv_Medlow	Serv	PDpriv
Televisão, rádio, cinema e gravação/edição	Serv_Medlow	Serv	NPd
Telecomunicações	Serv_KIBS_Hi	Serv	PDpriv
Desenvolvimento de sistemas e informação	Serv_KIBS_Hi	Serv	PDpriv
Intermediação financeira	Serv_Medlow	Serv	PDpriv
Atividades imobiliárias	Serv_Medlow	Serv	NPd

Atividades jurídicas, contábeis e consultoria	Serv_Medlow	Serv	NPd
Serviços de arquitetura, engenharia, técnicas e P&D	Serv_KIBS_Hi	Serv	PDpriv
Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	Serv_Medlow	Serv	NPd
Aluguéis não imobiliários	Serv_Medlow	Serv	PDpriv
Outras atividades administrativas	Serv_Low	Serv	PDpriv
Atividades de vigilância, segurança e investigação	Serv_Low	Serv	NPd
Administração pública, defesa e seguridade social	Serv_Medlow	Serv	Pdpub
Educação pública	Serv_Medlow	Serv	Pdpub
Educação privada	Serv_Medlow	Serv	PDpriv
Saúde pública	Serv_Medlow	Serv	Pdpub
Saúde privada	Serv_Medlow	Serv	PDpriv
Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	Serv_Low	Serv	NPd
Organizações associativas e outros serviços pessoais	Serv_Low	Serv	NPd
Serviços domésticos	Serv_Low	Serv	NPd

Fonte: Dados da Pesquisa