

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ALEXANDRE CARVALHO DELGADO

GASTO PÚBLICO EM EDUCAÇÃO NO BRASIL: EFEITOS MACROECONÔMICOS E
DE CAPITAL DE CONHECIMENTO SOB O NOVO ARCABOUÇO FISCAL

JUIZ DE FORA
2026

ALEXANDRE CARVALHO DELGADO

GASTO PÚBLICO EM EDUCAÇÃO NO BRASIL: EFEITOS MACROECONÔMICOS E
DE CAPITAL DE CONHECIMENTO SOB O NOVO ARCABOUÇO FISCAL

Monografia apresentada ao curso de Ciências
Econômicas da Universidade Federal de Juiz de
Fora, como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: 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)

Delgado, Alexandre Carvalho.
Gasto Público em Educação no Brasil : Efeitos Macroeconômicos e de Capital de Conhecimento Sob o Novo Arcabouço Fiscal / Alexandre Carvalho Delgado. -- 2026.
51 p.

Orientador: Admir Antônio Betarelli Jr
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia, 2026.

1. Educação Pública. 2. Capital de Conhecimento. 3. Pesquisa e Desenvolvimento. 4. Novo Arcabouço Fiscal. 5. Crescimento Econômico. I. Betarelli Jr, Admir Antônio, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACECON - Depto. de Economia

FACULDADE DE ECONOMIA / UFJF

ATA DE APROVAÇÃO DE MONOGRAFIA II (MONO B)

Na data de 06/07/2026, a Banca Examinadora, composta pelos professores

1 – Admir Antonio Betarelli Junior - orientador; e

2 – Weslem Rodrigues Faria,

reuniu-se para avaliar a monografia do acadêmico Alexandre Carvalho Delgado, intitulada: Gasto público em educação no Brasil: efeitos macroeconômicos e de capital de conhecimento sob o novo arcabouço fiscal.



Documento assinado eletronicamente por **Admir Antonio Betarelli Junior, Professor(a)**, em 06/07/2026, às 16:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Weslem Rodrigues Faria, Professor(a)**, em 06/07/2026, às 16:27, 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 **3069119** e o código CRC **FDB3047B**.

Referência: Processo nº 23071.924212/2026-93

SEI nº 3069119

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a minha mãe, por acreditar em mim em todos os momentos, até mais que eu mesmo. Eu não estaria aqui se não fosse por você!

Agradeço o meu pai por ser o suporte necessário à minha formação, a minha vó e a toda a minha família que sempre me apoiou e me ajudou independente da distância. Quero agradecer a minha namorada que esteve ao meu lado nessa trajetória acadêmica e profissional, obrigado por ser tão incrível para mim!

Agradeço ao meu avô, o eterno Professor John Robson, sem seus ensinamentos e suas aulas de vida essa formação não seria possível. Você foi uma das pessoas que mais me incentivou a escolher cursar Economia em um momento que eu não sabia qual caminho escolher para graduação. Muito obrigado, por além de ser um exemplo como pessoa, ter sido um vô tão incrível. Queria que você estivesse aqui pra ver esse sonho se realizando, mas onde quer que esteja, tenho certeza de que você está orgulhoso de me ver formando e muito feliz de ver o caminho que seus netos estão seguindo!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Admir A. Betarelli Jr, que me acompanhou durante toda a minha graduação, desde a primeira matéria do curso, minha primeira oportunidade como monitor, e agora a monografia. Obrigado por durante todo esse processo ter me orientado para uma formação mais completa.

Aos professores da UFJF, que ao longo da graduação, contribuíram para minha formação acadêmica e profissional, compartilhando tanto conhecimento e experiência. Agradeço a todos os funcionários da faculdade que possibilitaram o acontecimento de cada dia de aula durante a minha formação.

Agradeço a todos os meus amigos e colegas, que de alguma forma tornaram esses anos de graduação mais leves e mais fáceis.

Por fim, a todas as pessoas que de alguma forma passaram pela minha vida e contribuíram para a minha trajetória acadêmica!

RESUMO

O dispêndio público em educação atua como vetor de acumulação de capital de conhecimento e de crescimento da Produtividade Total dos Fatores, mas sua trajetória no Brasil está diretamente condicionada pelas regras do Novo Arcabouço Fiscal, que estabelece bandas de crescimento real entre 0,60% e 2,50% ao ano para as despesas primárias. Este trabalho analisa os efeitos macroeconômicos, setoriais e distributivos do gasto público em educação pública sobre a economia brasileira no horizonte 2026–2041, utilizando o modelo de Equilíbrio Geral Computável de dinâmica recursiva BIM-RD, calibrado para 2015 com base na Matriz de Contabilidade Social do IBGE. A estratégia de simulação adota abordagem contrafactual de retirada em três cenários, alinhados ao piso (0,60% a.a.), ao nível intermediário (1,55% a.a.) e ao teto (2,50% a.a.) do arcabouço fiscal. Os resultados indicam que o crescimento no teto da política acumula desvio de 4,05% no PIB real até 2041, impulsionado pelo efeito multiplicador sobre o consumo das famílias e o investimento privado. O salário real acumula desvio de 11,00% no mesmo cenário, refletindo a maior demanda por mão de obra qualificada em setores intensivos em trabalho. O crescimento no piso, por sua vez, apresenta desvios de apenas 0,29% no PIB real e 0,67% no consumo das famílias até 2041 revelando um cenário de estabilidade econômica com poucos avanços. Na dimensão setorial, setores como Construção Civil e Equipamentos de Escritório apresentam contração no piso da política, e só respondem positivamente à medida em que o crescimento das despesas se aproxima do teto, evidenciando a existência de um mínimo de gasto no qual os encadeamentos produtivos não se materializam. Os resultados fornecem evidência quantitativa de que a contenção fiscal sobre a educação impõe custos de oportunidade estruturais à economia brasileira, comprometendo a trajetória de acumulação de capital de conhecimento e avanço da Produtividade Total dos Fatores.

Palavras-chave: Educação Pública; Capital de Conhecimento; Pesquisa e Desenvolvimento; Novo Arcabouço Fiscal; Crescimento Econômico.

ABSTRACT

Public spending on education acts as a vector for knowledge capital accumulation and Total Factor Productivity (TFP) growth; however, its trajectory in Brazil is directly conditioned by the rules of the New Fiscal Framework (Novo Arcabouço Fiscal), which establishes real growth bands between 0.60% and 2.50% per year for primary expenditures. This study analyzes the macroeconomic, sectoral, and distributive effects of public spending on public education within the Brazilian economy over the 2026–2041 horizon, employing the BIM-RD recursively dynamic Computable General Equilibrium (CGE) model, calibrated for 2015 based on the IBGE Social Accounting Matrix (SAM). The simulation strategy adopts a counterfactual withdrawal approach across three scenarios aligned with the fiscal framework's floor (0.60% p.a.), intermediate level (1.55% p.a.), and ceiling (2.50% p.a.). The results indicate that growth at the policy ceiling generates a cumulative deviation of 4.05% in real GDP by 2041, driven by the multiplier effect on household consumption and private investment. Real wages accumulate an 11.00% deviation in the same scenario, reflecting higher demand for skilled labor in labor-intensive sectors. Conversely, growth at the floor level shows deviations of only 0.29% in real GDP and 0.67% in household consumption by 2041, revealing a scenario of economic stagnation with minimal progress. At the sectoral level, industries such as Construction and Office Equipment contract at the policy floor and only respond positively as expenditure growth approaches the ceiling, revealing a minimum spending threshold below which productive linkages fail to materialize. The findings provide quantitative evidence that fiscal austerity on education imposes structural opportunity costs on the Brazilian economy, jeopardizing the accumulation of knowledge capital and the advancement of Total Factor Productivity.

Keywords: Public Education; Knowledge Capital; Research and Development; New Fiscal Framework; Economic Growth.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura Agrupada do Setor de Produção, Investimento e Famílias.....	35
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual do Investimento Público Direto em Educação em Relação ao PIB, 2000-2021.....	24
Gráfico 2 - Investimento Público Direto em Educação por Estudante, com valor atualizado para 2021, 2005-2021	25
Gráfico 3 - Dispendio Nacional em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em valores de 2023 (Bilhões), 2000-2023.....	26
Gráfico 4 - Trajetória dos Desvios Percentuais Acumulados do PIB Real, 2027-2041.....	40
Gráfico 5 - Trajetória dos Desvios Percentuais Acumulados dos Investimentos em P&D no Setor Público, 2027-2041.....	42
Gráfico 6 - Trajetória dos Desvios Percentuais Acumulados no Cenário 3 dos Investimentos em P&D em diferentes setores, 2027-2041.....	43
Gráfico 7 - Impacto Setorial: Hipótese Sem Educação vs. Com Educação, em 2041.....	44
Gráfico 8 – Desvios Acumulados de Investimento em P&D e Capital de Conhecimento por setor, em 2041.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relações Setoriais - Educação Pública e Privada, 2010-2021.....	27
Tabela 2 - Choques no Cenário de referência (baseline) - Variações Reais (%).....	36
Tabela 3 - Cenários de Simulação.....	38
Tabela 3 - Desvios Acumulados em relação ao Baseline.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAU – Business-as-usual

BIM-RD – Brazilian Intersectorial Model With Recursive Dynamic

CES – Elasticidade de Substituição Constante

CI – Consumo Intermediário

EFED – Estratégia Federal de Desenvolvimento

EGC – Equilíbrio Geral Computável

FBCF – Formação Bruta de Capital Fixo

FNDE – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

HT – Hélice Tríplice

IES – Instituições de Ensino Superior

IPCA – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo

KE – Economia do Conhecimento

LES – Sistema Linear de Gastos

MCS – Matriz de Contabilidade Social

MDE – Manutenção e Desenvolvimento do Ensino

MEC – Ministério da Educação

MIP – Matriz Insumo-Produto

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PDE – Plano de Desenvolvimento da Educação

PNE – Plano Nacional de Educação

PNAD – Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios

PNEPT – Política Nacional de Educação Profissional e Tecnológica

PROUNI – Programa Universidade para Todos

PTF – Produtividade Total dos Fatores

REUNI – Programa de Apoio aos Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais

SCN – Sistema de Contas Nacionais

SISU – Sistema de Seleção Unificada

TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação

TRU – Tabelas de Recursos e Usos

VA – Valor Adicionado

VBP – Valor Bruto Produzido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	EDUCAÇÃO E P&D	17
2.1	Educação no Brasil	22
2.2	Estudos empíricos.....	27
3	METODOLOGIA.....	33
3.1	Cenários e proposta de simulação	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A educação se consolida como componente econômico, ao ser associada ao crescimento econômico de longo prazo, impactando o nível de bem-estar das nações. Essa ligação se concretiza por meio da formação do capital de conhecimento, o qual representa o estoque acumulado de ideias de uma sociedade e atua como o principal propulsor de avanços técnicos, determinados por atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (Capello, Nijkamp, 2009). Dessa forma, a educação não apenas qualifica a força de trabalho, como também estabelece a base para os esforços de P&D que têm o potencial de impulsionar o estoque de conhecimento, elemento que Romer (1990) define como chave para o crescimento contínuo, sendo mais relevante que o capital físico.

Alinhada a essa perspectiva, teorias mais modernas, como a Economia do Conhecimento (KE), definem pilares estruturantes para o desenvolvimento das nações, com papel central no conhecimento da sociedade (Chen, Dahlman, 2005). Esta abordagem permite a comparação de produtos e habilidades entre países a partir de quatro pontos: (i) educação e capital humano; (ii) infraestrutura da informação (investimento em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)); (iii) sistema de inovação; (iv) ambiente institucional e econômico. Nesse âmbito, a colaboração entre Governos, Universidades e Indústrias potencializa o sucesso de cada um dos pilares. De acordo com Etzkowitz e Leydesdorff (2000), no modelo Hélice Tríplice (HT), cada uma dessas entidades possui atuações específicas, com interações entre elas.

No contexto brasileiro, a educação abrange os segmentos públicos e privados, os quais se consolidam como setores produtivos que incorporam tecnologia e articulam-se com outras atividades econômicas. Tanto a esfera pública, quanto a privada se caracterizam por uma elevada agregação de valor em relação aos seus insumos. Em 2021, por exemplo, o setor público da educação foi responsável por 4,41% do Valor Adicionado (VA) total do país (IBGE, 2023). Sob essa ótica, o Brasil possui sua capacidade de produção de P&D com maior intensidade no segmento público, representando 0,42% do PIB, enquanto o âmbito privado respondeu por 0,26% no mesmo ano (IBGE, 2023). Nesse contexto, Silva (2024) reforça que o investimento público em educação brasileira é a principal fonte de acumulação de capital de conhecimento e, consequentemente, age para o fortalecimento da produção de P&D.

Desde a década de 1990, o cenário educacional nacional e internacional tem sido marcado por uma ampliação no número de vagas universitárias, impulsionada por transformações no mercado de trabalho e avanços tecnológicos. Em alinhamento com essa trajetória de expansão o Brasil observou um intenso avanço educacional, especialmente a partir

dos anos 2000 (De Paula Moraes *et al.*, 2021). Esse movimento mais que triplicou o número de estudantes no ensino superior entre 2000 e 2024, segundo o INEP (2025). Além disso, no contexto da educação básica, o sistema público de ensino ampliou, garantindo a permanência e a entrada de mais estudantes (Tafner, 2018).

Desse modo, para sustentar e garantir a expansão do sistema educacional brasileiro e garantir a infraestrutura adequada ao seu pleno funcionamento, é necessário volumes maiores de investimentos destinados ao setor. Diante dessa necessidade, a legislação nacional estabelece competências específicas para cada ente federativo. Os municípios administram a educação infantil e fundamental, enquanto os estados gerem o ensino médio. Cabe a União coordenar o sistema de ensino federal e alocar as verbas da educação para cada ente federativo. Nesse sentido, o financiamento da educação brasileira acontece em parte com recursos arrecadados por tributação, a partir disso, políticas como a Manutenção e Desenvolvimento do Ensino (MDE) servem para determinar e gerir as despesas válidas do ensino. Além do MDE, os Fundos de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb) atuam com recursos da educação com o objetivo de reduzir as desigualdades na capacidade de investimento em diferentes redes de ensino (Barreto *et al.*, 2023).

Diante desse cenário, o financiamento da educação pública apoia-se em despesas públicas, incentivos fiscais e subsídios, visando não apenas à expansão do sistema, como também o aprimoramento das infraestruturas de ensino (De Paula Moraes *et al.*, 2021). Tais aportes financeiros em educação e P&D promovem estímulos tecnológicos ao elevar o estoque de capital de conhecimento e ampliar a produtividade nos setores da economia (Bor *et al.*, 2010; Cardoso, Cardoso, Domingues, 2019).

Não obstante a importância de financiamento, cabe ressaltar as mudanças regulamentares que afetam o Orçamento Público e o equilíbrio fiscal no Brasil, como a Lei de Responsabilidade Fiscal de 2000, que definiu critérios para o controle do dispêndio público, prezando por planejamento e transparência. Além disso, em 2016 a Emenda Constitucional 95/2016 aprovou o Teto de Gastos que limitava o crescimento das despesas primárias, e em 2023 a adoção do Arcabouço Fiscal que passou a substituir o Teto de Gastos. Desse modo, as Leis e Emendas adotadas no Brasil, visando alcançar o equilíbrio das contas públicas, sofreram alterações importantes, o que impacta diretamente, o Orçamento Público e o quanto é destinado à educação pública (Mariano, 2017; Rossi *et al.*, 2019).

Diante desse contexto, o objetivo principal desta monografia é analisar os efeitos macroeconômicos e setoriais de diferentes trajetórias de crescimento do gasto público em

educação sobre o contexto brasileiro. Para isso, são construídos cenários prospectivos alinhados as metas e limites de crescimento real das despesas primárias definidos pelo Novo Arcabouço Fiscal. Esse exercício permite compreender como distintos níveis de dispêndio em educação pública se traduz em variações no estoque de capital de conhecimento, na Produtividade Total dos Fatores (PTF) e, conseqüentemente no Produto Interno Bruto (PIB). Desse modo, as dinâmicas acerca dos componentes setoriais e as conseqüências econômicas das mesmas são fundamentais para a aplicação do modelo dinâmico de Equilíbrio Geral Computável (EGC) e para a compreensão das projeções econômicas.

Para acomodar este problema de pesquisa, o estudo recorre ao modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) de dinâmica recursiva BIM-RD (Brazilian Intersectorial Model With Recursive Dynamic), um modelo nacional calibrado para o ano de 2015 com base na Matriz de Contabilidade Social (MCS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A escolha dessa abordagem se justifica por duas razões centrais. Primeiro, os modelos EGC permitem representar simultaneamente o comportamento de todos os agentes econômicos e suas interdependências setoriais, capturando tanto os efeitos diretos quanto os indiretos de uma política fiscal sobre o sistema produtivo. Segundo, a dimensão de dinâmica recursiva do BIM-RD viabiliza a análise de horizontes temporais de médio e longo prazo, condição essencial para mensurar o retorno do gasto em educação, cujos efeitos sobre o capital de conhecimento e a Produtividade Total dos Fatores (PTF) se acumulam de forma gradual ao longo do tempo.

A base de dados do modelo incorpora o conhecimento como fator de produção e trata as despesas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como formação bruta de capital fixo, em conformidade com a nova série do Sistema de Contas Nacionais (SCN) de 2015 (IBGE, 2015), o que confere consistência ao tratamento do capital de conhecimento como variável endógena do processo produtivo. A partir dessa estrutura, cenários prospectivos são construídos para o período 2026–2041, alinhados às bandas de crescimento real das despesas primárias definidas pelo Novo Arcabouço Fiscal, e os resultados são interpretados como desvios acumulados em relação ao cenário de referência (baseline), permitindo isolar e quantificar a contribuição do gasto público em educação para o desempenho macroeconômico, setorial e distributivo da economia brasileira.

Do ponto de vista empírico, esta pesquisa aponta para a literatura sobre educação e economia, analisando os desdobramentos e as conseqüências econômicas sobre os contextos orçamentários da educação brasileira. Além disso, contribui para uma caracterização sobre o setor da educação pública no Brasil e suas dinâmicas. Este processo evidencia a magnitude da importância da produção de P&D para a acumulação de capital de conhecimento, capaz de

e elevar os níveis internos de produtividade. Os resultados decorrentes da pesquisa podem servir de suporte para a formulação e ampliação de políticas focadas na evolução educacional e seu consequente impacto na economia brasileira.

Esta monografia está estruturada em quatro capítulos. Primeiramente, a presente introdução apresenta e delimita o problema, assim como discute sobre os objetivos do trabalho e resume tópicos que serão discutidos. O segundo capítulo contém a revisão de literatura, discutindo tópicos relevantes para o entendimento da educação enquanto fator econômico e seus desafios, como também, a sua importância como setor econômico. O segundo capítulo se subdivide em educação e P&D, de uma maneira mais ampla, depois se discute sobre como isso se dá no Brasil, e finaliza com revisões empíricas que tratam sobre o assunto. No terceiro capítulo, a metodologia e os dados que serão utilizados são apresentados com o modelo EGC. Por fim, o último capítulo contém os resultados e as conclusões que o estudo conseguiu alcançar.

2 EDUCAÇÃO E P&D

A educação e economia se correlacionam no âmbito do capital de conhecimento, determinado pela intensidade e interação com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e influenciado pelo nível de capital humano. Nessa perspectiva, em modelos de crescimento endógeno, o crescimento do estoque de conhecimento é estimulado pela utilização de (P&D) como um de seus fatores. Os investimentos em P&D implicam mudanças técnicas estruturais no nível produtivo (Mairesse, Sassenou, 1991). Dessa forma, a parcela do crescimento econômico não contabilizado por insumos como trabalho e capital é atribuída a expansão do estoque de conhecimento, capaz de gerar avanços técnicos (Hall, Mairesse, Mohnen, 2010). Essa parcela do processo produtivo é diretamente relacionada com o capital humano e possui um crescimento acelerado comparado a insumos de capital físico. Para o sucesso desse crescimento acelerado, é essencial a presença de investimentos em educação, formando uma força de trabalho qualificada e produtiva (Schultz, 1961).

Deste modo, essa abordagem considera a interação entre P&D e capital de conhecimento como responsável pelo crescimento endógeno que existe no progresso tecnológico. Romer (1990) considera conceitualmente ideias como valor intangível que fazem parte do capital de conhecimento, por meio de educação e capital humano. Em complemento, Jones (1997) descreve que o estoque de conhecimento ou tecnologia é composto pelo acúmulo de ideias advindas de pesquisas. Dessa forma, a participação de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de uma economia reflete o fluxo de descoberta de novas ideias, com impacto positivo no estoque de conhecimento. Assim, o capital humano é fortemente ligado ao conhecimento individual, e ao ser aplicado em P&D, fortalece competências e habilidades essenciais para o avanço técnico (Jones, 1997).

O objetivo central dos investimentos em P&D é sempre contribuir para o crescimento do estoque de conhecimento por meio de descobertas e inovações (Hall, Mairesse, Mohnen, 2010). Nesse sentido, a taxa de intensidade em P&D – definida pela proporção de P&D investida em determinados setores em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) - reflete a capacidade de pesquisa e desenvolvimento influenciar o avanço do estoque de conhecimento (Herzer, 2022). Contudo, mesmo que o objetivo central seja o mesmo, a forma com que ele pode ser alcançado pode variar. A P&D de processo é direcionada à criação e melhoria de processos produtivos, e a P&D de produto, direcionada não ao processo em si, mas sim à produção de um bem, seja ele uma invenção ou uma inovação.

Ademais, as atividades de P&D podem ser distinguidas pela origem do seu investimento, como a distinção de financiamento público e privado, ou pelo seu ambiente de desenvolvimento, que abrange desde setores empresariais e conglomerados até universidades e institutos de pesquisa (Hall, Mairesse, Mohnen, 2010). Essa dinâmica de financiamento possui influência direta nos resultados de P&D, como a concessão de créditos fiscais que atua reduzindo os preços relativos do investimento em P&D, e aumentando a expansão do estoque de conhecimento nacional. Dessa forma, esse processo age como um mecanismo eficaz para impulsionar a atividade macroeconômica, demonstrando a influência que o Estado e suas ações estratégicas possuem sobre o desempenho e o sucesso de P&D (Hong, Lee 2016; Mazzucato, 2011).

Outrossim, o papel central do conhecimento, via P&D materializa-se no avanço e no crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF), reduzindo custos médios de produção, melhorando a qualidade dos bens ou ampliando a oferta de insumos. Consequentemente, a realocação de fatores ajusta preços, lucros e a presença de firmas (Hall, Mairesse, Mohnen, 2010). Dessa forma, investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento podem impactar a atividade econômica direta e indiretamente, como resultado de políticas e estratégias de crescimento dos países, introduzindo variáveis de incerteza que complexificam a previsão do cenário macroeconômico. Assim, fica evidente a diversidade de benefícios causados pela integração de P&D, indicando a relevância do capital de conhecimento para o crescimento da PTF (Herzer, 2022).

Nesse sentido, o capital de conhecimento pode gerar transbordamentos à medida que o sistema econômico consegue absorver e explorar potencialmente a P&D. Estes transbordamentos atuam como externalidades positivas à medida que eles se introduzem em diversos espaços socioeconômicos, e passam a ser utilizadas por outros setores da economia como insumos, permitindo que o progresso técnico se difunda no processo produtivo (Dietzenbacher, Los, 2002).

Por outro lado, é factível que processos oriundos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) apresentem externalidades negativas ou custos de ajuste. Isso acontece quando o custo do investimento em P&D é repassado aos preços finais, onerando o consumo, ou quando esse custo restringe a competitividade do mercado. Em cenários de baixa concorrência econômica, tais gastos podem elevar as barreiras à entrada em decorrência da redução das margens de lucro, expressando que os transbordamentos de P&D nem sempre resultam em benefícios imediatos (Dietzenbacher, Los, 2002).

Embora existam custos de ajuste, a mitigação desses efeitos depende da integração institucional. Nesse sentido, Crescenzi (2021) discorre sobre a importância da relação entre investimentos em P&D e investimentos em Capital Humano simultaneamente, para a geração e o impulsionamento bem-sucedido de inovações e conhecimentos, acompanhados por instâncias públicas e privadas para que assim a inovação seja realmente difundida e cause um efeito positivo em toda a economia.

Portanto, os transbordamentos de P&D evidenciam a importância do capital de conhecimento como fator chave em seu sucesso. Ao viabilizar o avanço tecnológico e a integração produtiva, esse processo proporciona uma expansão da produtividade total dos fatores (PTF) (Amavilah, Rodríguez Andrés, 2024).

O conhecimento por trás dos processos de P&D manifesta-se em variadas atividades, o que dificulta a mensuração e comparação do conhecimento enquanto produto. Essa complexidade analítica e comparativa entre países, levou o Banco Mundial a estruturar quatro pilares interdependentes da Economia do Conhecimento (KE): (i) educação e capital humano; (ii) infraestrutura da informação (investimento em Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)); (iii) sistema de inovação; (iv) ambiente institucional e econômico (Banco Mundial, 2007; Chen, Dahlman, 2005).

O primeiro pilar destaca o papel da educação na formação de uma população educada, e como essa base é fundamental para a aplicação produtiva do conhecimento em criação, inovação e aquisição. A educação básica contribui com o entendimento em compreender e aplicar informações, enquanto a educação técnica e superior impulsiona a inovação tecnológica, por meio da integração entre ensino e pesquisa. Dessa forma, o primeiro pilar contribui para o avanço da PTF e o crescimento econômico. (Amavilah, Rodriguez Andrés, 2024; Chen, Dahlman, 2005)

O segundo pilar trata da infraestrutura acerca das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como algo imprescindível para uma economia conectada e eficiente. As TICs têm capacidade de reduzir custos computacionais e eletrônicos, contribuindo para a expansão deste tipo de equipamento e conseqüentemente, a disseminação de conhecimento. Dessa maneira, os avanços tecnológicos em setores produtivos de TIC, ou em setores com grande incorporação, contribuem para o aumento da PTF e, também, para a produtividade do trabalho (Amavilah, Rodriguez Andrés, 2024; Chen, Dahlman, 2005).

Em seguida, o terceiro pilar ressalta a importância do avanço técnico para a produtividade, logo, é necessário um sistema de inovação consolidado para suportar o desenvolvimento técnico de forma eficiente. Desse modo, universidades, institutos de pesquisa,

organizações e o Governo possuem papel central na produção de conhecimento, atuando como propulsores da capacidade de avanços tecnológicos. A estruturação desse ambiente fornece os elementos benéficos a geração de P&D (Amavilah, Rodriguez Andrés, 2024; Chen, Dahlman, 2005).

Por último, o quarto pilar enfatiza a relevância que a organização institucional dos países tem no capital de conhecimento, capaz de proporcionar as melhores condições para o uso de ferramentas educacionais qualificadoras. A presença desse ambiente alinhada a incentivos à criação funciona como base para o desenvolvimento de pesquisas, refletindo o uso ideal do conhecimento. Além disso, esse cenário evidencia a estabilidade política e econômica de um país, bem como o posicionamento do governo em relação aos estímulos de P&D (Chen e Dahlman, 2005).

Outrossim, a colaboração entre Governos, Universidades e Indústrias complementam e enriquecem a atuação dos pontos tratados em cada um dos pilares da economia do conhecimento, promovendo avanços técnicos e estruturais, e melhorando a capacidade produtiva e inovadora da economia. Interações semelhantes são adotadas no modelo Hélice Tríplice (HT), no qual cada um dos fatores - Governos, Universidade e Indústrias - têm um objetivo de atuação específico, mantendo sinergia com os demais (Etzkowitz, Leydesdorff, 1977). O objetivo é fomentar a prática do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento econômico por meio de pesquisas que estimulem o processo de industrialização (Cunningham, Link, 2015).

No modelo HT o Governo atua em consonância com o descrito no quarto pilar da economia do conhecimento, com atuação em dois eixos: formulação de arcabouços normativos e regulatórios, e o financiamento direto a pesquisas, por meio de subsídios e créditos fiscais. A atuação do governo visa corrigir falhas de mercado e alavancar a P&D, promovendo avanços técnicos em pesquisa (Alves Martins *et al.*, 2024). Políticas com o foco de incentivar Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) geram produtividade na indústria e, também, um efeito adicional no estoque de conhecimento (Herzer, 2022). Além disso, o Governo facilita a interação entre as Universidades e as Indústrias. Já no âmbito universitário, as faculdades possuem função central para a criação e a transferência de conhecimento, fortalecendo as bases econômicas e produtivas, com o objetivo de estimular o crescimento econômico e a industrialização, por meio de aplicações do conhecimento adquirido em pesquisas e extensões (Cunningham, Link, 2015)

A interação com o ambiente industrial ocorre principalmente com a comercialização de pesquisas para o setor privado, assim como o compartilhamento de infraestrutura de P&D e transferência de patentes. Esse movimento marca o avanço do conhecimento aplicado de forma

comercial, fazendo com que a P&D pública tenha um crescimento indireto (Herzer, 2022). Desse modo, a criação de empresas acadêmicas, *spin-offs*, fazem com que o setor produtivo seja um dos principais executores de P&D, devido à sua capacidade de comercializar produtos (Rodriguez *et al.*, 2008). Além disso, as *spin-offs* têm capacidade de promover o fortalecimento econômico e a expansão tecnológica, integrando a economia com a geração de empregos associados a atividades de pesquisa.

Ademais, o desenvolvimento do modelo HT é intrinsicamente atrelado a políticas de incentivo à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) capazes de fortalecer a estrutura econômica necessária ao pleno funcionamento do modelo. Nesse sentido, o sucesso dessas políticas contribui para a intensidade de P&D no setor industrial, com efeitos no estoque de conhecimento (Herzer, 2022; Cunningham, Link, 2015)

Portanto, a articulação desses quatro pilares cria condições propícias para existir um ambiente em que a educação seja difundida e aplicada, elevando o capital humano da população, promovendo o estímulo ao surgimento de Pesquisas e Desenvolvimento (P&D). A existência desse cenário favorece o desenvolvimento da Economia do Conhecimento (KE) e torna factível o crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF).

Contudo, a efetividade dessa articulação não é uniforme entre países. Mesmo que algumas características setoriais sejam similares entre diferentes economias, existem fragilidades estruturais inerentes ao processo de industrialização tardia que comprometem a plena operação desses pilares em economias em desenvolvimento. Países nessa condição tendem a sub-representar setores intensivos em tecnologia, como bens de capital, e apresentam menor peso de P&D nesses segmentos quando comparados às economias centrais, evidenciando diferenças na capacidade de incorporação tecnológica (Gonçalves e Simões, 2005).

Nesse sentido, Fagerberg (1988) identifica a existência de um *gap* tecnológico que separa estruturalmente as economias centrais daquelas com industrialização tardia, limitando a velocidade com que o conhecimento se difunde e se transforma em progresso técnico. Como consequência, a sustentação dos pilares fundamentais da Economia do Conhecimento torna-se mais dependente do financiamento público, que assume o papel de indutor da acumulação de capital de conhecimento. É precisamente nesse contexto que o gasto público em educação adquire relevância estratégica para a economia brasileira.

2.1 Educação no Brasil

O sistema educacional constitui o alicerce para a acumulação de capital de conhecimento, provendo a base necessária para o desenvolvimento de atividades relacionadas a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Dessa forma, a educação atua como propulsora do avanço técnico, sendo essencial para o aumento da produtividade da força de trabalho, e um componente fundamental na função de produção, consolidando-se como o “motor do crescimento” (Dutt, Ross, 2008). Caracterizado como setor de serviços, a educação oferta serviços via universidades, escolas e instituições de ensino, sendo os produtos ensino, pesquisa e extensão (Neves, Martins, 2012). Nesse processo, a qualificação da força de trabalho fornece a estrutura para a criação de P&D, aumentando o estoque de conhecimento do país.

No Brasil, o Ensino Superior possui fontes de financiamento distintas, como o setor público e privado. No que tange à esfera pública, os recursos federais e estaduais são destinados a universidades e centros de pesquisa via programas de pesquisa e de acesso ao ensino, como a Política Nacional de Assistência Estudantil (Pnaes) e o SISU (Sistema de Seleção Unificada). Por outro lado, o financiamento privado ocorre por meio de mensalidades e investimento de grupos educacionais associados ao capital de fundos de investimento (Neves e Martins, 2012).

A partir da década de 1990, o Brasil vivenciou uma expansão da oferta no sistema de ensino, seguindo o cenário internacional impulsionado por avanços tecnológicos que resultaram em transformações no mercado de trabalho (De Paula Moraes *et al.*, 2021). Esse movimento ocorreu tanto na educação básica, quanto na educação superior, com a expansão de 169,6% no número de Instituições de Ensino Superior (IES) de 1990 a 2010, retratando esse fenômeno. A estruturação desse processo permitiu que a rede pública fosse capaz de assegurar e garantir o acesso a cada vez mais pessoas (Tafner, 2018). Ações governamentais destinadas a ampliação de Instituições de Ensino Superior, políticas de inclusão e o surgimento de cursos à distância contribuíram para essa expansão (Barros, 2015). Iniciativas públicas, como o Plano Nacional de Educação (PNE) e a Política Nacional de Educação Profissional e Tecnológica (PNEPT), traçam diretrizes e objetivos estratégicos visando a melhoria e a universalização da educação.

Ademais, a partir dos anos 2000, observa-se uma expansão da demanda no sistema educacional brasileiro, acompanhando um movimento mundial marcado pela globalização e digitalização. Dessa forma, esse processo levou a mudanças que afetaram as relações no mercado de trabalho, como a busca por qualificação e adequação a um sistema produtivo mais exigente em termos técnicos e especializações. Esse fenômeno se reflete no aumento em 384% no número de ingressos totais em cursos de graduação entre 2000 e 2024 (INEP, 2025).

Em relação a expansão da demanda de educação, ações como o Programa Universidade para Todos (Prouni) e o Programa de Apoio aos Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), foram criados com o intuito de ampliar o acesso à graduação, concedendo bolsas, criando e reestruturando universidades. O PROUNI desde sua criação em 2005 até 2025 ofertou mais de 7 milhões de bolsas e mais de 3,5 milhões foram ocupadas segundo o Censo da Educação Superior (2023). Por sua vez, o ensino básico teve a implementação do Plano Desenvolvimento da Educação (PDE), lançado em 2007, com objetivos de expansão e melhoria da educação.

Nesse sentido, o setor de educação pública e o privado são caracterizados como setores produtivos que englobam e interagem com tecnologias e outras atividades da economia. Essa interação fomenta a inovação e a produtividade do trabalho, com impactos sobre a produção e a geração de emprego e renda, ao conferir as capacidades individuais um insumo relevante, caracterizado como ‘trabalhadores do conhecimento’ (Muzam, 2023).

A respeito do financiamento da educação brasileira, a legislação define responsabilidades divididas entre cada ente federativo. Aos municípios, cabe a administração da educação infantil e fundamental, enquanto o ensino médio é de responsabilidade dos estados e do Distrito Federal. Por fim, a União tem o dever de gerir o sistema de ensino federal, assim como alocar e distribuir o orçamento da educação para cada esfera. Parte dessas verbas corresponde à receita pública tributária arrecadada por cada entidade federativa, e parte desse montante deve ser destinado à Manutenção e Desenvolvimento do Ensino (MDE) e aos Fundos de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb), com o intuito de delimitar as despesas com educação e preservar a capacidade de investimento entre as redes de ensino, visando reduzir desigualdades (Barreto *et al.*, 2023).

Os recursos correspondentes ao MDE servem para determinar o que pode ser considerado despesas válidas em relação ao ensino, assim como garantir uma aplicação mínima de recursos segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). A LDB caracteriza como despesas da MDE a remuneração dos profissionais da educação, manutenção de bens e equipamentos, bolsas de estudo, aquisição de material, entre outros. Além disso, o Fundeb é composto por 27 fundos estaduais que compõem a principal fonte de recursos da educação básica (Barreto *et al.*, 2023).

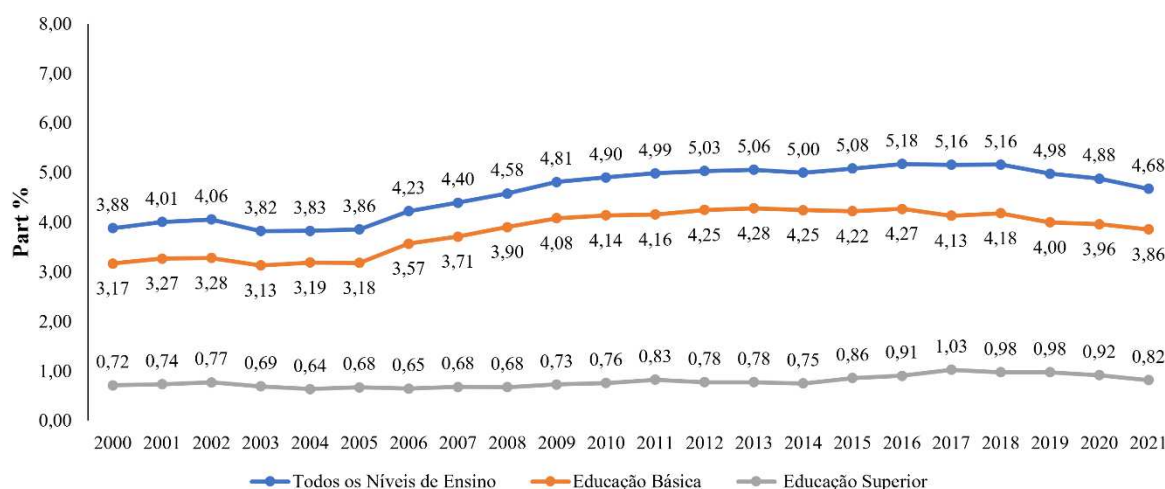
Cabe ao Fundeb realizar os repasses orçamentários entre os diferentes entes governamentais, para ações de manutenção e desenvolvimento da educação. Esses recursos são geridos pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) que executa as

políticas do Ministério da Educação (MEC), como o repasse para a rede pública de ensino os recursos provenientes do salário-educação para programas educacionais (Barreto *et al.*, 2023). Nesse sentido, o financiamento público da educação se dá por gastos governamentais, incentivos fiscais e subsídios, e tem potencial de gerar altos retornos sociais, ampliando a estrutura do sistema de ensino (De Paula Moraes *et al.*, 2021).

Existem diferentes formas de analisar economicamente esses dispêndios, como a sua proporção em relação ao PIB, a variação desse indicador no tempo e o montante total de valor investido. Outra métrica relevante é o investimento por aluno, que denota o volume per capita de recursos governamentais durante um determinado período, sendo esse dispêndio direcionado a diversos fatores estruturais, como a infraestrutura de ensino, a presença e a qualidade dos professores, dentre outros itens e atividades que compõem elementos essenciais para a manutenção do processo formativo.

O investimento público direto em educação como proporção do PIB passou de 3,9% em 2000 para 4,7% em 2021, alcançando um pico de 5,2% entre os anos de 2016 e 2018 (INEP, 2021). A retração do índice nos últimos anos da série expressa o efeito de políticas de restrições fiscais, como o Teto de Gastos imposto pela Emenda Constitucional nº 95, que se manteve vigente de 2017 a 2023. Esse movimento marca a queda contínua de 2,5% ao ano entre 2015 e 2021 do gasto público real em educação, de acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

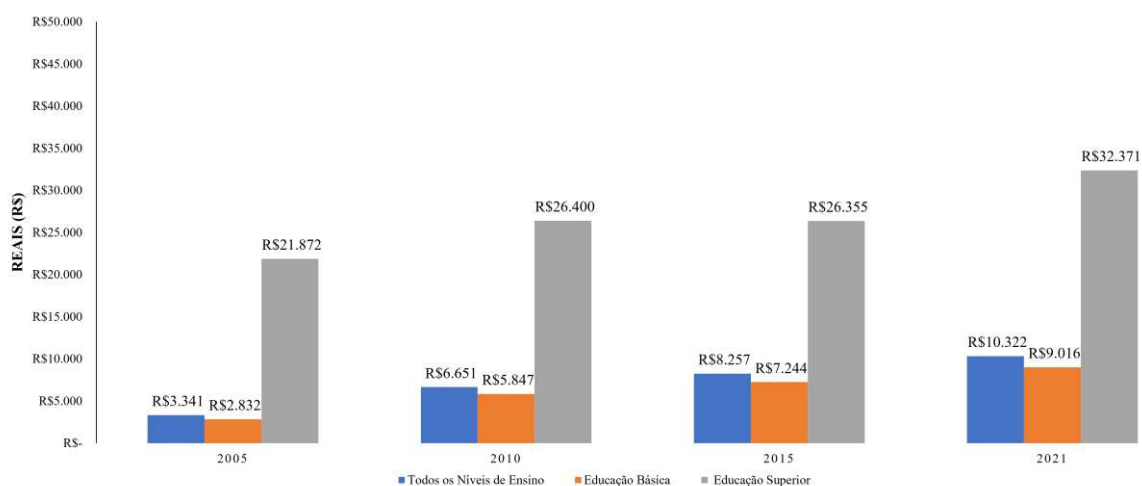
GRÁFICO 1 - Percentual do Investimento Público Direto em Educação em Relação ao PIB, 2000-2021



Fonte: Elaboração própria com dados do Inep/MEC.

Sob essa perspectiva, ao analisar o montante de investimento direto em educação por estudante, é possível observar um aumento expressivo de 2005 em diante, com o investimento por aluno triplicando no período, chegando a R\$10.322 em 2021. No entanto, o uso dessa métrica evidencia o caráter regressivo do financiamento da educação no Brasil, com o investimento por estudante sendo R\$32.371 em 2021, ao selecionarmos o recorte apenas para o ensino superior. Enquanto, para o mesmo ano, a educação básica recebeu cerca de R\$9.016 por aluno. Essa discrepância em relação a educação básica tem uma tendência de diminuição na série, porém com valores ainda distantes (INEP, 2021).

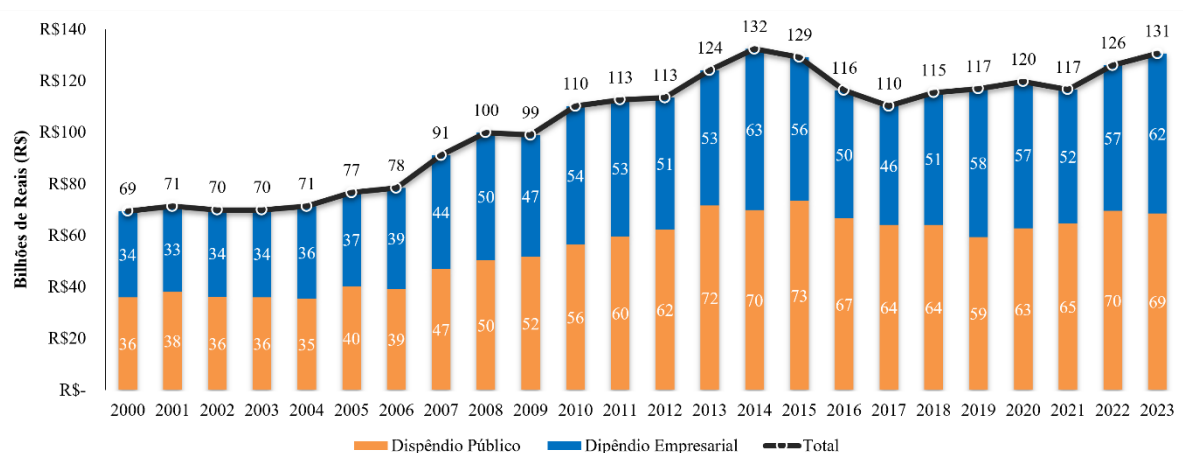
GRÁFICO 2 - Investimento público direto em educação por estudante, com valor atualizado para 2021, 2005-2021



Fonte: Elaboração própria com dados do Inep/MEC.

Em 2023, segundo dados do Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI) e da Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC/IBGE, o dispêndio total em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) foi de R\$ 130,6 bilhões, deflacionado para 2023, sendo R\$ 68,5 bilhões provenientes do setor público e R\$ 62,1 bilhões do setor empresarial. Em termos de participação no Produto Interno Bruto (PIB), os dispêndios em P&D apresentam uma trajetória constante ao longo do século XXI, com crescimento gradual a partir de 2010, tendo um pico em 2015 com 1,28% de participação e chegando a 1,19% em 2023 (SIAFI, 2025; IBGE, 2025). Cabe ressaltar, ainda, que a esfera pública é a principal responsável pelos dispêndios em P&D.

GRÁFICO 3 - Dispendio nacional em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em valores de 2023 Bilhões, 2000-2023



Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI) e da Pesquisa de Inovação Tecnológica – PINTEC/IBGE.

Ao considerar as dimensões setoriais da educação pública e privada no Brasil, nota-se que segundo o Sistema de Contas Nacionais (SCN) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) durante os anos de 2010 a 2021 em relação ao total da economia brasileira a educação pública supera a participação relativa da educação privada em termos de Valor Bruto da Produção (VBP), Valor Adicionado (VA) e Ocupação. Em 2021 a educação pública obteve uma participação de VBP na ordem de 2,44% em relação ao VBP nacional, enquanto a educação privada atingiu 0,91%. Isso indica que para cada R\$1 milhão do total da produção brasileira, o setor da educação pública contribuiu com R\$24,4 mil, enquanto a esfera privada foi responsável pela geração de R\$9,1 mil. Esses valores denotam a queda do índice, frente ao ano de 2015, no qual os setores alcançaram 3,02% e 1,08%, respectivamente (IBGE, 2023).

No que diz respeito ao Valor Adicionado (VA), ambos os setores apresentam trajetórias similares ao VBP, com a diminuição do índice nos últimos anos da série. Para o ano de 2021 o setor da educação pública produziu R\$340,3 bilhões de VA, representando 4,41% do total de R\$ 7,7 trilhões da economia brasileira, por outro lado a educação privada produziu R\$100,7 bilhões, representando 1,31% do total da economia. Ademais, a análise do Valor Adicionado em relação ao Valor Bruto da Produção, expressa a capacidade de um setor de gerar valor com os insumos da produção. Os setores da educação pública e privada têm como característica um alto índice de VA / VBP, apresentando durante o período de 2010 a 2021 cerca de 80% e 65%, respectivamente. Isso significa que a educação como um todo tem um Consumo Intermediário (CI) reduzido comparado ao valor criado e adicionado à economia.

Em relação a oferta, produção de emprego e remuneração a educação pública possui um papel relevante na conjuntura nacional, correspondendo a cerca de 4% da ocupação nacional entre 2010 e 2021, e com aproximadamente 9% da remuneração total do país a partir de 2015. Movimentando mais de R\$323 bilhões em 2021, evidenciando a importância econômica do setor. Nesse aspecto, a educação privada possui uma participação mais tímida, com ambos os índices no patamar dos 2% entre 2010 e 2021 (IBGE, 2023).

TABELA 1 - Relações Setoriais - Educação Pública e Privada, 2010-2021

Setores e Indicadores	2010	2015	2020	2021
Educação Pública				
VBP / VBP Nacional	2,41%	3,02%	2,88%	2,44%
VA / VA Nacional	3,85%	4,99%	4,94%	4,41%
VA / VBP	79,9%	83,3%	84,9%	84,2%
Ocupação / Ocupação Nacional	3,88%	4,09%	4,51%	4,02%
Remuneração / Remuneração Nacional	7,48%	9,21%	9,92%	9,14%
Educação Privada				
VBP / VBP Nacional	0,86%	1,08%	1,05%	0,91%
VA / VA Nacional	1,12%	1,49%	1,45%	1,31%
VA / VBP	64,6%	69,2	68,4%	66,9%
Ocupação / Ocupação Nacional	1,85%	2,44%	2,63%	2,62%
Remuneração / Remuneração Nacional	2,01%	2,57%	2,69%	2,48%

Fonte: Elaboração própria com dados do Sistema de Contas Nacionais, IBGE (2023).

2.2 Estudos empíricos

A literatura econômica dispõe de diversos estudos que buscam explicar como os diferentes incentivos a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), como políticas e financiamentos distintos, podem impactar o crescimento econômico, os setores e as firmas em diferentes estruturas, como também, a Produtividade Total dos Fatores (PTF). Por exemplo, os autores Woo, Kim e Lim (2017) e Szarowská (2017) buscam entender a relação entre os gastos em P&D e o crescimento econômico, o primeiro direciona essa análise para a Coreia do Sul,

enquanto o segundo foca nos membros da União Europeia. As duas pesquisas apresentam resultados similares, mas com alguns pontos importantes a se destacar. Ambos os resultados indicam a existência de uma relação positiva entre os dispêndios em P&D e crescimento econômico, ou seja, um maior gasto em P&D contribui para um desenvolvimento econômico.

As particularidades de cada estudo demonstram que Szarowská (2017) conclui que perante a ligação entre gasto em P&D e o crescimento econômico, esse processo ocorre somente na esfera pública, isto é, apenas gastos públicos em P&D apresentam tais resultados, enquanto o investimento por parte de empresas não demonstra significância relacionada ao crescimento econômico. Em outro sentido, Woo, Kim e Lim (2017) em sua pesquisa encontraram a relação positiva entre os fatores analisados, porém com uma grande diferença entre a região metropolitana e regiões mais interiorizadas, de forma que as regiões metropolitanas, mais desenvolvidas e interligadas, demonstram uma relação de interação entre os fatores maior que nas regiões interiores da Coreia do Sul.

Por seu turno, Kuhl Teles e Andrade (2008), em seu trabalho, buscaram entender a relação entre os gastos do Governo em educação básica e o acúmulo de capital humano ao longo da vida dos indivíduos. Utilizando um modelo de gerações sobrepostas, os autores demonstram que o efeito marginal desses gastos sobre o crescimento econômico é dependente das restrições orçamentárias do setor público e da composição do gasto educacional. O estudo ainda aponta que o estoque de conhecimento acumulado na infância tende a estimular o investimento em educação superior na fase adulta, no entanto, o financiamento público da educação básica pode gerar um efeito *crowding-out*. Isso acontece porque a tributação da educação básica reduz a renda disponível da geração adulta.

Adentrando a discussão sobre disparidades regionais, Crescenzi (2021) em seu estudo discute a dimensão e absorção de investimentos em P&D e o papel das políticas públicas na União Europeia. Locais desenvolvidos têm grande aderência aos investimentos, enquanto regiões menos desenvolvidas apresentam baixíssimos retornos sobre o mesmo investimento, principalmente se realizado em lugares que não possuem condições adequadas a receber processos inovativos, reduzindo o retorno e os impactos positivos de transbordamento dessa inovação. A pesquisa conclui que é necessário fomentar conexões sociais por meio de redes de colaboração com ganhos de conhecimento capazes de gerar transbordamentos por toda economia (Dietzenbacher, Los, 2002).

Já Silva e Rocha (2023) em seu estudo buscam entender os fluxos tecnológicos intersetoriais e o seu impacto sobre a produtividade no Brasil, os autores utilizaram as matrizes insumo-produto como metodologia, com dados entre 2000 e 2014. Nesse modelo, os gastos em

P&D são considerados como os esforços de inovação incorporados no processo produtivo. As relações intersetoriais envolvendo a incorporação tecnológica é uma característica que permite o acompanhamento da progressão da tecnologia no âmbito econômico e seu crescimento. De forma ampla, o estudo concluiu a existência de impactos originários por fluxos tecnológicos sobre a produtividade, aumentando-a.

Enquanto Silva e Rocha (2023) captam fluxos tecnológicos por meio de agregação setorial, a análise torna-se mais complexa ao buscar entender as relações entre P&D e produtividade no nível das firmas (Mairesse, Sassenou, 1991). Esses autores investigaram não apenas a existência da relação entre P&D e produtividade, mas sim a sua caracterização. Entretanto, a complexidade em extrair dados em larga medida para as firmas, e a particularidade existente em cada uma, mostram as dificuldades enfrentadas por diversos estudos, o que limitou a obtenção de resultados consistentes.

Sob essa ótica, os estudos supracitados, predominantemente com abordagens metodológicas econométricas, é cada vez mais questionado, dada a complexidade analítica para avaliações muitas vezes limitadas ao curto prazo. O uso metodológico de modelos econométricos apresenta limitações em capturar interdependências e transbordamentos entre os setores econômicos (Hong *et al.*, 2014). Nessa linha, os modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) se mostram mais eficientes em calcular efeitos macroeconômicos consequentes de políticas e capturar impactos setoriais, com maior sensibilidade (Hong *et al.*, 2014). O modelo se destaca ao utilizar informações reais da economia, com um alto grau de complexidade, e agrupar a análise para cenários macroeconômicos. Há ainda, modelos EGC com incorporação de P&D, sendo uma alternativa ao padrão, considerando o conhecimento como uma fonte indireta que contribui para aumentar a Produtividade Total dos Fatores (PFT).

Nessa perspectiva, Hong e Lee (2016) em seu estudo analisam os efeitos macroeconômicos dos créditos fiscais para P&D, levando em consideração o porte das empresas, como grandes, pequenas e médias. A acumulação de estoque de conhecimento se mostrou mais eficiente em pequenas e médias empresas, possivelmente como resultado da intensidade dos transbordamentos de conhecimento. As pequenas e médias empresas operam de forma mais eficiente quando as alíquotas de imposto são deduzidas, entretanto, apenas uma redução igual das alíquotas de imposto faz com que as grandes empresas apresentem melhor desempenho.

Outrossim, Bor *et al.* (2010) avançam a discussão simulando o impacto de investimentos em P&D na economia do Taiwan com o intuito de investigar a necessidade de o governo continuar com dispêndios, separando capital de P&D público e privado. Os efeitos do

dispêndio público encontrados sugerem um estímulo tecnológico em indústrias de alta tecnologia, aumentos nos salários reais e das exportações. No entanto, os impactos convergem para o equilíbrio no longo prazo.

Nesse sentido, Yeo e Jung (2026) analisaram em seu estudo os efeitos macroestruturais de realocações orçamentárias neutras dos investimentos governamentais em P&D na indústria de máquinas e equipamentos da Coreia. O modelo adotado foi o EGC com dinâmica recursiva. Os resultados indicam transbordamentos impulsionados pela Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) elevando o PIB real e a Produtividade Total dos Fatores (PTF). No entanto, o trabalho evidencia a necessidade de políticas complementares de qualificação e difusão tecnológica, marcado pelo trade-off entre eficiência e inclusão.

Os gastos e subsídios em educação pública, financiados por um aumento tributário podem proporcionar crescimento econômico e maior distribuição de renda, levando a um maior bem-estar e redução da pobreza. Em especial, quando os dispêndios são alocados com maior intensidade na educação básica, no entanto isso não significa que a destinação de recursos ao ensino superior deva diminuir em detrimento desse avanço, e sim que as políticas de investimento necessitam de maior equilíbrio (Ojha, 2017; Balma *et al*, 2010). A contribuição desses autores corrobora com Jung e Thorbecke (2003) ao sugerir que é possível alcançar o crescimento econômico ao aumentar os gastos da educação em locais pobres, porém para maximizar os efeitos, é necessário um alto nível de investimentos em capital físico, capaz de acompanhar os avanços da educação.

Além da complementaridade com o capital físico, a maturação desses investimentos exige uma análise temporal (Verbic *et al.*, 2009). A partir de simulações, esses autores concluíram que o consumo de serviços educacionais, que temporariamente retiram empregados da força de trabalho, reduz a produtividade no curto prazo. No entanto, no longo prazo o tempo gasto em qualificação proporciona crescimento elevado. Nesse sentido, Lim, Kim, Colletta (2026), a partir do modelo EGC, testaram cenários sobre os níveis de escolaridade de Nevada nos EUA, para entender os impactos econômicos de longo prazo de políticas focadas em qualificar os indivíduos. Os resultados sugerem aumentos expressivos nas taxas de conclusão de ensino médio e superior, elevando o Produto Estadual Bruto (PEB), com o crescimento de 9,1 bilhões de dólares na renda acumulada das famílias, no melhor cenário.

Essa perspectiva de longo prazo caminha ao lado de mudanças demográficas estruturais enfrentadas pelos países. Nesse sentido Kim, Hewings e Lee (2016) em seu estudo, avaliaram como o envelhecimento da população Sul Coreana nas perdas econômicas pode impactar o PIB, entre 2015 e 2060. Para isso, foi utilizado um modelo EGC inter-regional no qual o

comportamento de produtores e consumidores da área metropolitana de Seul e o restante da Coreia do Sul. Os resultados indicam que a tendência ao envelhecimento pode reduzir o PIB em 0,92% na média, entretanto um aumento de 4% nos investimentos em educação entre os jovens por 10 anos consecutivos poderia amenizar a perda. Contudo, a análise encontrou que este investimento impactaria negativamente a distribuição de renda.

No cenário brasileiro, Bahia, Gonçalves e Betarelli Jr (2021) buscaram entender os efeitos macroeconômicos e setoriais das subvenções da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Com a utilização do modelo BIM-KC - considerado um avanço em relação ao modelo EGC tradicional -, os resultados indicam que o fomento a políticas de financiamento de P&D geram ganhos de capital de conhecimento, enquanto a ausência dessas políticas causa distorções no setor produtivo, como a contração de atividades industriais e a capacidade produtiva, em especial em setores de maior intensidade tecnológica. A retração desse financiamento resultaria em perdas de Produtividade Total dos Fatores (PTF) (Betarelli Junior *et al.*, 2020). Segundo os autores, a ausência de investimento pressionaria o setor público como o maior responsável pelo estoque de conhecimento, tornando a educação pública ainda mais importante para a promoção de P&D no Brasil.

Considerando o cenário doméstico sobre a austeridade fiscal, Cardoso, Cardoso e Domingues (2019) utilizaram o modelo EGC BRIGHT para simular os impactos econômicos dos gastos do Governo. Como conclusão, uma elevação do investimento para contrabalancear a queda nos gastos do governo, em um cenário de austeridade expansionista conseguiria recuperar o PIB, mas não a renda das famílias, mantendo a renda total e sua distribuição estável. Dessa forma, a eficiência do gasto público em educação após a aplicação da Lei de Responsabilidade Fiscal apresenta relação positiva com a taxa de aprovação no ensino médio, demonstrando a qualidade do dispêndio.

A fim de avaliar as políticas de incentivo ao desenvolvimento tecnológico, de forma quantitativa, Pio, Perobelli e Bastos (2022) fizeram simulações com o modelo EGC (BIM-GERD). Os resultados indicam que estímulos à inovação produzem resultados positivos de longo prazo aumentando o estoque de capital de conhecimento e ampliando a produtividade dos setores da economia brasileira, com efeitos positivos sobre PIB e salário real.

Nessa perspectiva, Silva (2024) analisam o papel do setor educacional na formação de capital humano e produção de conhecimento no Brasil por meio de políticas de expansão. O trabalho considera a meta do Plano Nacional de Educação (PNE) de elevar o investimento público em educação para 10% do PIB, e a partir disso, cenários de simulação são propostos em um modelo EGC que endogeniza a oferta de trabalho. Os resultados apontam impactos

positivos sobre o PIB e produção de P&D ao ampliar o gasto público em educação, contribuindo para a acumulação de capital humano.

Em síntese, a literatura empírica revisada aponta que o gasto público em educação e P&D produz retornos positivos sobre o crescimento e a produtividade. Além disso, a escolha metodológica com o uso de modelo EGC é a ferramenta mais adequada para capturar efeitos em dimensões setoriais e distributiva ao longo do tempo. A apresentação de trabalhos relacionando as dinâmicas econômicas e orçamentárias com o desenvolvimento do setor educacional e a produção de P&D ratifica a relevância do tema para a literatura econômica. Portanto, esta monografia contribui para o arcabouço empírico econômico ao compreender a trajetória orçamentária da educação no Brasil e analisar os desdobramentos macroeconômicos resultantes de suas variações.

3 METODOLOGIA

O presente capítulo tem como objetivo apresentar o arcabouço teórico do modelo de Equilíbrio Geral Computável, especificamente o modelo nacional BIM-RD (*Brazilian Intersectorial Model With Recursive Dynamic*). Este modelo foi criado para analisar os efeitos no sistema produtivo de políticas econômicas, examinando as relações entre a demanda e oferta dos produtores, famílias e outros componentes econômicos. Esta abordagem incorpora uma Matriz de Contabilidade Social (MCS) que inclui o conhecimento como fator de produção e as despesas de P&D como investimento (Martins, 2021). De acordo com a nova definição do Sistema de Contas Nacionais (SCN), as despesas de P&D passam a ser consideradas como formação bruta de capital fixo (FBCF), e não apenas como despesa corrente como anteriormente (IBGE, 2015).

A Matriz de Contabilidade Social (MCS) dispõe de uma série de dados sobre o fluxo circular da renda em um país. Esses dados contemplam a produção, a interdependência produtiva entre setores, remuneração de fatores primários, fluxos de pagamentos e um módulo de equilíbrio fiscal. Dessa maneira, a MCS é proveniente da Matriz de Insumo-Produto (MIP) integrada ao Sistema de Contas Nacionais (SCN). A MIP ilustra as atividades setoriais da economia, contemplando o consumo intermediário, o consumo final, o valor adicionado e os impostos dos bens e serviços, enquanto o SCN engloba as dinâmicas do fluxo circular da renda. A utilização dessas ferramentas fornece um detalhamento do sistema econômico de forma completa, de modo que as despesas e receitas dos componentes sejam equivalentes (Cardoso, 2020).

A definição de módulo fiscal com fluxo de pagamentos oferece uma avaliação sobre as consequências fiscais derivadas de mudanças políticas. Dessa forma, é possível fazer simulações considerando diferentes cenários fiscais e econômicos. A partir desses aspectos, a utilização da MCS como base para modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) é vista como essencial para o aprimoramento do modelo, descrevendo transações de renda do sistema econômico e as relações entre agentes. Nesse sentido, para esta monografia a matriz foi calibrada para o ano de 2015, considerando 67 setores que produzem um ou mais dos 126 produtos.

Ademais, os modelos EGC possuem uma estrutura empírica para conseguir quantificar políticas econômicas e utilizar essa base para construir projeções teóricas (Betarelli Jr, 2013). O modelo apresenta um comportamento otimizador apoiado nas premissas econômicas de um sistema Walrasiano de equilíbrio, no qual as alocações de recursos acontecem de forma

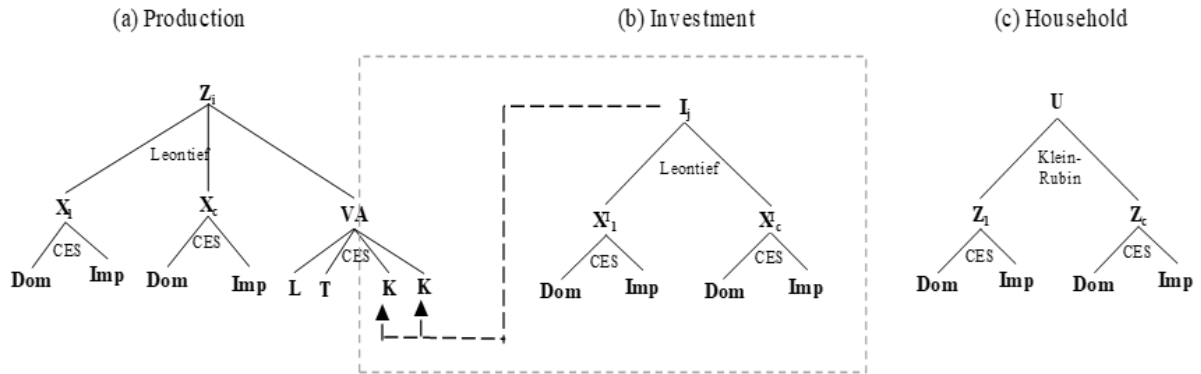
simultânea entre os agentes econômicos (Bahia, 2019). Nesse sentido, as firmas buscam minimizar seus custos de produção e as famílias procuram maximizar sua utilidade, considerando sua restrição orçamentária. Desse modo, o equilíbrio de mercado acontece no ponto no qual a demanda e oferta se igualam, refletindo a otimização dos agentes econômicos. Com o objetivo de analisar a alocação de recursos no sistema econômico ao longo do tempo, foi implementada a dimensão temporal para capturar o comportamento de políticas econômicas, constituindo a estrutura de dinâmica recursiva (Betarelli Jr, 2013).

Na literatura existem duas escolas tradicionais no que diz respeito a modelos EGC. A escola australiana/norueguesa com abordagens de Johansen (1960), com modelos lineares que utilizam métodos numéricos para chegar a um sistema de equilíbrio. E a escola americana postulada nas considerações de Scar (1967;1973) que aplica equações não lineares e demonstram seus resultados em nível.

Nesse contexto, o BIM-RD incorpora a dinâmica recursiva de multi-períodos, inspirado em Johansen (1960). Além disso, em função da dinâmica de equilíbrio de mercado, apresenta um comportamento produtivo com uma estrutura aninhada. Nesta estrutura, no primeiro nível as empresas combinam insumos intermediários e compostos de valor adicionado (VA), seguindo uma função do tipo Leontief. Enquanto, no segundo nível ocorre uma substituição imperfeita, devido a mudança nos preços relativos, definida por uma função de Elasticidade de Substituição Constante (CES). Ou seja, ocorre uma substituição imperfeita entre insumos domésticos e importados, assim como, entre fatores primários de valor adicionado, como trabalho, terra, capital físico e capital do conhecimento (Martins, 2021).

De maneira análoga, a formação bruta de capital fixo, investimento, é constituída por uma estrutura aninhada em dois níveis. No primeiro nível, os investidores compõem uma combinação de insumos intermediários definido por uma função de Leontief, com o intuito de diminuir custos para criar capital físico e capital do conhecimento, porém sem a utilização de fatores primários como insumos. No segundo nível ocorre uma combinação de insumos domésticos e importados, definido pela função CES. Dessa forma, a criação de capital de conhecimento é condicionada pela P&D nacional, devido a sua presença na MCS.

Outrossim, a demanda das famílias apresenta o mesmo tipo de estrutura, porém ao invés de seus compostos serem combinados seguindo uma função Leontief, eles seguem a lógica da função Klein-Rubin, levando a um Sistema Linear de Gastos (LES). Com gastos classificados como necessários a subsistência, e o restante sendo gastos de luxo, formando assim, diversas combinações de consumo dado a variação na renda da família.

FIGURA 1 – Estrutura Agrupada do Setor de Produção, Investimento e Famílias

Fonte: Betarelli Jr et al., (2020).

3.1 Cenários e proposta de simulação

O *baseline* do modelo adotado nesta monografia - BIM-RD de dinâmica recursiva - é estruturado por indicadores que formam um cenário de referência até o ano de 2041. Este cenário é conhecido como “*Business-as-usual*” (BAU) e parte da premissa de ausência de novos choques ou reformas estruturais na política econômica. Operacionalmente, o cenário de controle envolve estatísticas reais observadas entre 2019 e 2025, como PIB, Consumo das Famílias, Consumo do Governo, Investimentos, entre outros. Por outro lado, para o horizonte prospectivo compreendido entre 2026 e 2041, os indicadores consideram uma base macroeconômica estável, alinhando-se às diretrizes de tendência de longo prazo e às expectativas definidas pela Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (Brasil, 2020). Sob esse fechamento de referência, assume-se que o gasto público agregado e o gasto público em educação expandem-se de maneira proporcional ao PIB. Desse modo, o consumo governamental em educação mantém sua participação relativa constante na estrutura produtiva do país durante toda a série simulada (Tabela 2).

Nesse âmbito, o histórico de regulação fiscal no Brasil é marcado pela busca contínua pelo equilíbrio das contas públicas. No entanto, o contínuo aumento de despesas e consumos governamentais pressionam frequentemente o orçamento público. Desde a promulgação da Lei de Responsabilidade Fiscal em 2000, que regulamentou normas e critérios para a gestão dos recursos financeiros pelos entes federativos, o país tem buscado atingir o equilíbrio fiscal e o controle dos gastos públicos por meio de mecanismos de estabilização fiscal. Em 2016 a Emenda Constitucional 95/2016, popularmente conhecida como Teto de Gastos foi aprovada. A emenda passou a limitar o crescimento de despesas primárias do Governo Federal, levando

em consideração o valor do ano anterior com correção pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Essa medida causou uma restrição orçamentária a setores essenciais como saúde e educação (Mariano, 2017; Rossi *et al.*, 2019).

TABELA 2 - Choques no Cenário de referência (baseline) - Variações Reais (%)

Indicadores	Histórico (Observado)							Prospectivo*	
								2027 - 2041	
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	(a.a.)
PIB	1,2	-3,3	4,8	3,0	3,2	3,3	2,3	2,2	2,2
Consumo das Famílias	2,6	-4,6	3,0	4,2	3,2	5,1	1,3	0,0	-
Consumo do Governo	-0,4	-3,7	3,5	2,1	3,8	2,1	2,1	2,2	-
Investimentos	4,0	-1,8	12,9	1,1	-3,0	6,6	2,9	0,0	-
Capital Físico	4,3	-1,5	13,2	1,1	-3,0	6,6	0,0	0,0	-
Capital de Conhecimento	-1,4	-8,4	4,0	1,1	-3,0	6,6	0,0	0,0	-
Exportações	-2,6	-2,3	4,4	5,7	8,9	4,1	6,1	0,0	-
População	0,6	0,7	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2022a, 2025a, 2025b, 2025c).

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

Esse mecanismo de rigidez fiscal foi substituído em 2023 pela sanção da Lei Complementar nº 200/23, conhecida como o Novo Arcabouço Fiscal, com o objetivo de garantir a estabilidade macroeconômica, mantendo o equilíbrio entre receitas e despesas. A nova regra fiscal flexibilizou o teto anterior ao estabelecer bandas móveis para o crescimento das despesas primárias. Dessa forma, as despesas primárias passaram a não poder ter crescimento inferior a 0,6% ao ano e nem superior a 2,5%, definindo o máximo de crescimento fixado em 2,5% acima da inflação no ano. Assim, embora a capacidade de crescimento de despesas em setores essenciais continue balizada por limites estritos, o que retarda avanços produtivos e tecnológicos, a trajetória dos dispêndios assume um padrão de maior estabilidade ao longo do tempo.

Em consonância com o Novo Arcabouço Fiscal, a próxima parte contempla o desenvolvimento das simulações para o período prospectivo (2026-2041), considerando os distintos cenários de crescimento das despesas primárias. Dessa maneira, os diferentes efeitos macroestruturais derivados das mudanças orçamentárias são entendidos como desvios percentuais acumulados em relação aos cenários de referência.

Cabe destacar, contudo, que a estratégia de simulação adotada não parte apenas de um único cenário de referência comum para os diferentes choques aplicados. Para cada choque

aplicado, baseado nas bandas de crescimento definidas pelo Novo Arcabouço Fiscal, foram construídos baselines diferentes, cada um deles calibrado para respeitar a trajetória fiscal prospectiva. Assim, o baseline 1 incorpora para o consumo do governo em educação, uma trajetória de crescimento real de 0,60% a.a.; o baseline 2 replica a mesma lógica para o crescimento de 1,55% a.a.; e o baseline 3 considera o crescimento de 2,50% a.a. Cada um desses cenários de referência representa uma trajetória prospectiva da economia brasileira que opera dentro de cada faixa de crescimento fiscal, sem choques adicionais.

Estabelecidos os 3 baselines, o passo seguinte consiste em isolar o impacto econômico de cada faixa de crescimento do gasto público. Dessa forma, adota-se uma estratégia contrafactual de retirada, utilizando os choques reais negativos, aplicados sobre a respectiva trajetória de referência. Assim, as retrações dos indicadores macroeconômicos podem ser entendidas como o efeito que o gasto público em educação tem sobre a economia. Essa abordagem baseia-se na mensuração por simetria, que permite analisar os desvios negativos em relação aos baselines como o efeito positivo da mesma política, ao inverter o sinal algébrico dos resultados. Nesse sentido, revela-se o ganho real e o retorno econômico gerado por cada faixa de crescimento das despesas primárias definidas pela política.

Primeiramente, no cenário 1 o objetivo é capturar o quanto o gasto do governo em educação pública contribui para economia ao crescer no limite inferior determinado pelo Novo Arcabouço Fiscal, isto é, um crescimento de 0,6% a.a. Dessa forma um choque contrafactual de -0,6% aplicado no baseline 1, no consumo do governo em educação pública revela o efeito dessa política para a economia.

O cenário 2 representa um contexto intermediário de aplicação da política, considerando um crescimento de 1,55% a.a. nas despesas primárias em educação pública sobre o baseline 2. Nesse sentido, a mesma análise contrafactual revela o peso dessa política para o restante da economia brasileira.

Por último, o cenário 3 considera o teto de crescimento limitado pelo Novo Arcabouço Fiscal, com taxas de 2,50% a.a., dessa forma o choque aplicado é de -2,50% a.a. sobre o baseline 3 para capturar a relevância desse gasto no cenário econômico.

TABELA 3 – Cenários de simulação de política

Cenário Analisado	Crescimento Real Político	Choque Contrafactual Aplicado	Significado Institucional
Cenário 1	0,60%	-0,60%	Limite Mínimo (piso) do Arcabouço Fiscal
Cenário 2	1,55%	-1,55%	Nível Intermediário
Cenário 3	2,50%	-2,50%	Limite Máximo (teto) do Arcabouço Fiscal

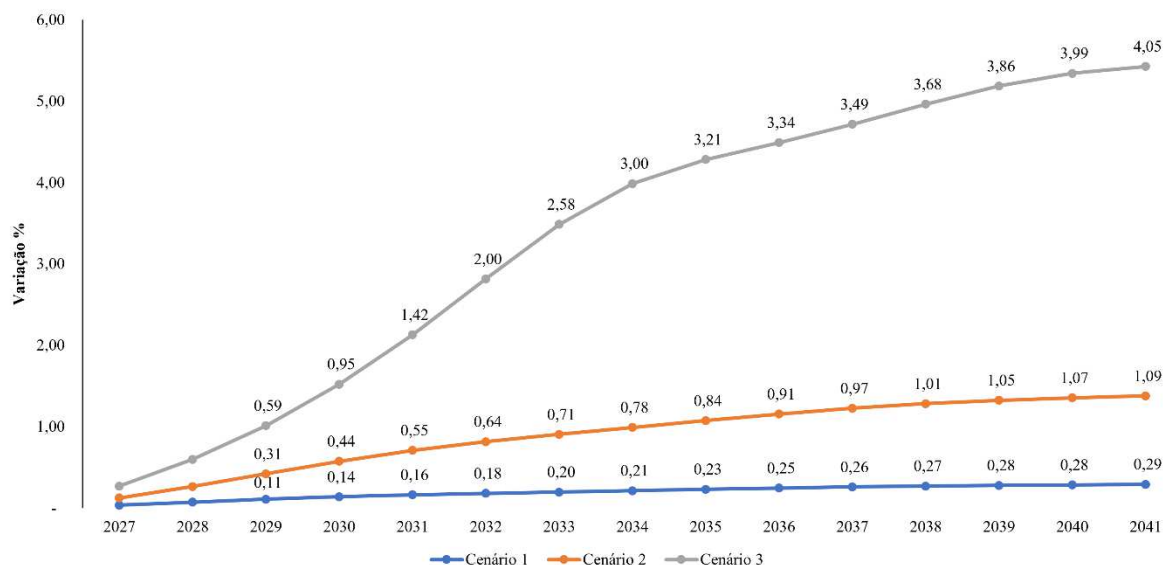
Fonte: Elaboração própria.

4 RESULTADOS E DICUSSÃO

A presente monografia buscou analisar como diferentes cenários orçamentários para educação impactam a economia brasileira. Os cenários foram construídos com as métricas de crescimento das despesas primárias definidas pelo Novo Arcabouço Fiscal. Desse modo, os resultados das simulações são apresentados pelo contrafactual dos desvios acumulados (%) em relação aos diferentes baselines de cada cenário. As trajetórias dos desvios deixam de representar a perda da contração orçamentária e passa a isolar a contribuição do gasto em educação e o custo de oportunidade da estagnação educacional. Nesse sentido, à medida que o crescimento das despesas primárias destinadas a educação pública aumenta, indicadores econômicos, como o PIB, Investimento Total, Consumo das Famílias, Salário Real, aumentam seus desvios em relação ao *baseline*. Isto é, o crescimento dos gastos do governo em educação favorece a expansão desses indicadores.

O comportamento do PIB real ao longo do horizonte prospectivo (2027-2041) evidencia a maturação temporal lenta positiva de choques de conhecimento impulsionados por maiores dispêndios em educação pública. Esse processo não ocorre de forma linear ou puramente transitória, ele assume uma trajetória acelerada contínua, no entanto, com maior intensidade na primeira metade da série. No cenário 1, considerando o piso de 0,60% ao ano do crescimento real das despesas primárias, o ganho econômico varia de 0,03% em 2027 e atinge 0,29% em 2041.

Contudo, o impacto estrutural se manifesta com maior intensidade no cenário 3, com o limite máximo de expansão real definido em 2,50% ao ano. Sob esta ótica, torna-se evidente os efeitos dos dispêndios, representado na curva de desvios do PIB com inclinação mais acentuada até 2033, atingindo 2,58%. Após esse ano, o índice continua crescendo, porém em ritmos ligeiramente menores, chegando a 4,05% em 2041 (Gráfico 4). O distanciamento entre as curvas de cada cenário reflete, por um lado, o próprio tamanho do choque aplicado e, por outro, o efeito multiplicador gerado pela retroalimentação de maiores gastos na educação que qualifica a força de trabalho e proporciona ganhos de eficiência.

GRÁFICO 4 – Trajetória dos Desvios Percentuais Acumulados do PIB Real, 2027-2041.

Fonte: Elaboração própria.

Nesse sentido, a decomposição dos desvios acumulados do PIB revela os mecanismos de transmissão acionados em cada cenário. A Tabela 4 sintetiza os principais indicadores macroeconômicos em pontos de corte de médio e longo prazo. O Consumo das Famílias exibe desvios positivos expressivos em todos os cenários, superando o desvio do próprio PIB. Em Sistemas Lineares de Gastos (LES), o Consumo das Famílias é função da renda real disponível, portanto ele é diretamente condicionado pela valorização do Salário Real, no qual os desvios acumulados atingem 1,43%, 4,41% e 11,00% para os cenários 1, 2, 3, respectivamente. Esse efeito é induzido pelo aumento das atividades nos setores de serviço e P&D que aumentam a demanda por mão de obra qualificada, pressionando a remuneração.

O investimento total da economia responde positivamente aos estímulos de longo prazo, registrando uma expansão de 8,25% no cenário 3 em 2041. Esse movimento sinaliza que a acumulação de conhecimento induz o aumento da produtividade marginal dos fatores, com altos retornos em investimentos físicos.

Contudo, a dinâmica do equilíbrio geral impõe um expressivo trade-off com o setor externo. O aquecimento da demanda doméstica e a elevação salarial geram pressões em custos internos de produção, resultando em uma elevação do Deflator implícito do PIB. Nesse contexto, essa inflação de custos traduz-se em uma perda de competitividade em relação aos preços internacionais. Como consequência desse efeito, as exportações contraem severamente no cenário de teto, -11,36%, enquanto as importações expandem 7,19%, nesse mesmo cenário.

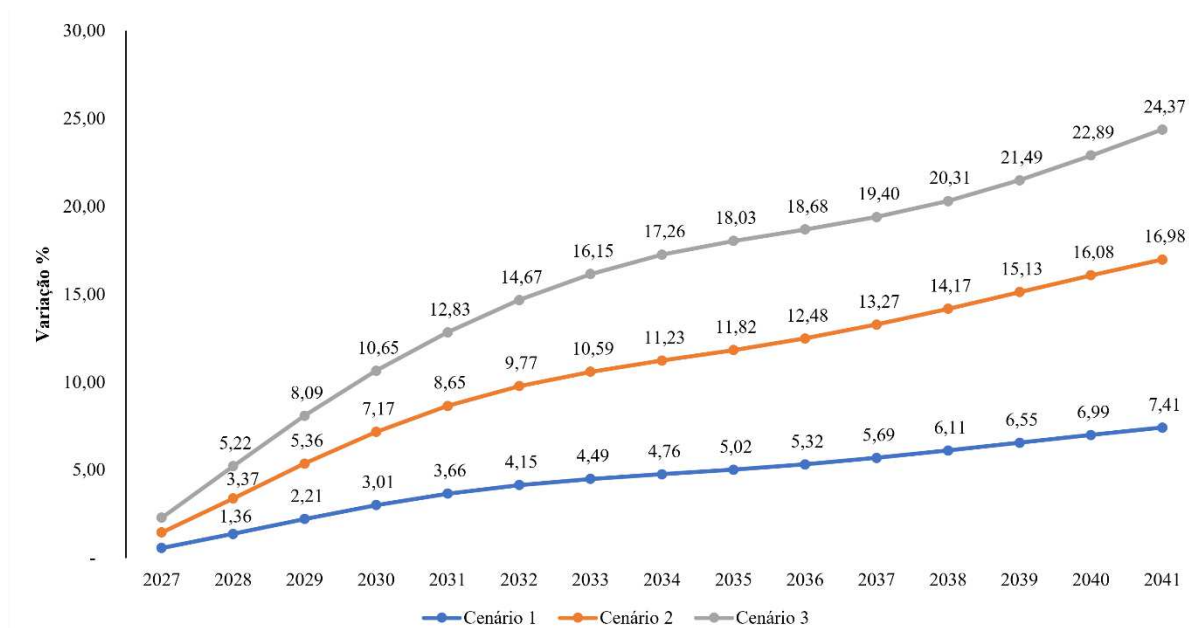
TABELA 4 – Desvios Acumulados em relação ao Baseline

Indicadores	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	2027-2033	2027-2041	2027-2033	2027-2041	2027-2033	2027-2041
PIB Real	0,20	0,29	0,71	1,09	2,58	4,05
Investimento	0,86	0,72	3,14	2,51	10,86	8,25
Consumo das famílias	0,50	0,67	1,69	2,30	5,76	6,70
Consumo total do governo	0,99	2,04	2,45	4,93	3,82	7,47
Exportações	-1,39	-1,06	-5,25	-3,78	-24,97	-11,36
Importações	0,85	0,42	3,53	1,79	17,24	7,19
Emprego nacional	0,18	0,10	0,60	0,30	2,14	0,54
Salário real	0,71	1,43	2,14	4,41	5,38	11,00
Estoque de capital	0,14	0,38	0,59	1,61	2,14	7,35
Deflator implícito do PIB	1,97	1,54	7,05	5,21	28,28	13,10
Renda do capital	1,81	1,02	6,61	3,28	28,36	5,98
Termos de Comércio	1,31	0,97	4,79	3,40	19,60	9,66

Fonte: Elaboração própria.

Ademais, para além dos componentes do PIB, para entender a absorção da economia da elevação dos gastos em educação é necessário avaliar como a acumulação do Capital de Conhecimento acontece. Dessa forma, a trajetória dos investimentos de P&D no setor público possui desvios positivos por toda a série, com maior intensidade à medida que o cenário considera crescimento maior das despesas primárias em educação. Essa dinâmica demonstra como a educação possui papel central como fonte de produção de P&D, que aumenta sua capacidade produtiva com o aumento de investimentos (Gráfico 5).

GRÁFICO 5 – Trajetória dos Desvios Percentuais Acumulados dos Investimentos em P&D no Setor Público, 2027-2041.



Fonte: Elaboração própria.

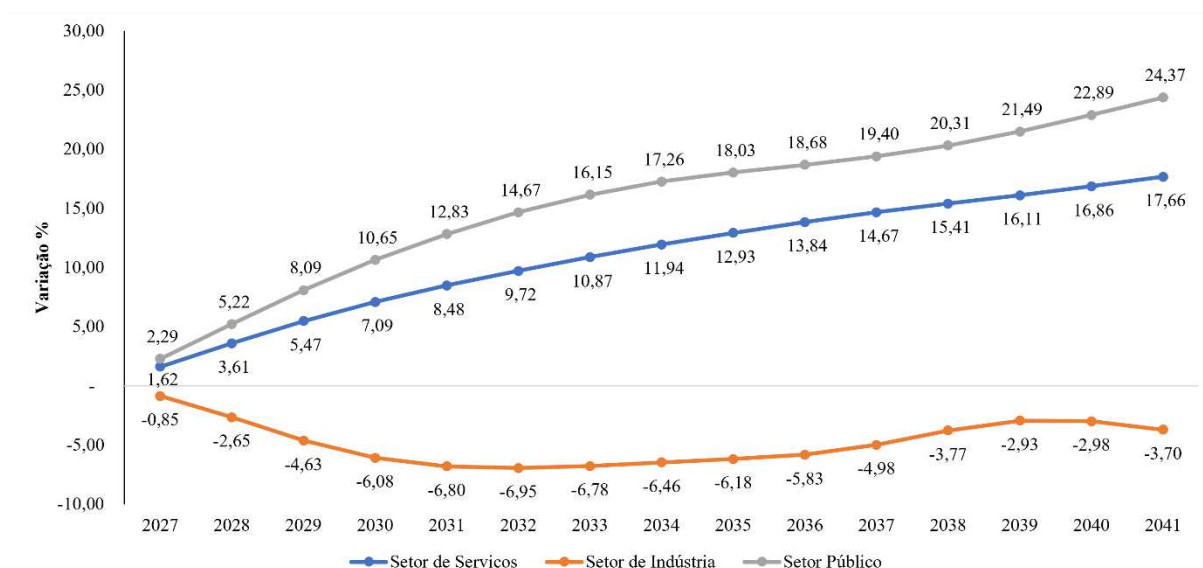
Nesse mesmo aspecto, o setor de serviços possui também uma trajetória positiva durante toda a série, evidenciando a assimetria do setor em realizar serviços intensivos em mão de obra, altamente conectado com o conhecimento. Em contrapartida, o setor industrial apresenta um comportamento negativo, configurando um efeito de deslocamento institucional de um setor intensivo em capital. Esses efeitos ficam evidentes ao analisar o cenário 3, cujo choque resulta em movimentações maiores dos desvios. Desse modo, o setor industrial apresenta retração de 3,70% em 2041, enquanto os setores público e de serviços possuem crescimentos elevados de 24,37% e 17,66%, respectivamente.

A desagregação dos setores expande a compreensão dos resultados, revelando como o gasto em educação redistribui atividade, emprego e renda entre os diferentes segmentos da economia brasileira. O gráfico 7 apresenta dados do crescimento da produção setorial até 2041, comparando a economia com gasto em educação e a economia sem esse dispêndio, para os cenários 1 e 3.

O resultado mais expressivo é observado na própria educação públicas, no cenário 3, a diferença a 30,96 pontos percentuais (44,90% com gasto em educação contra 13,94% sem o gasto). Além disso, os setores com atividades correlacionadas com a educação pública, como Construção Civil, Biocombustíveis e Equipamentos de Escritório apresentam diferenças relevantes ao inserir o dispêndio educacional na economia.

Entre os setores privados, observa-se, no cenário 3, que o gasto público em educação expande, também o segmento privado, chegando a 33,75% de crescimento até 2041, frente a 30,77% sem a presença do gasto. Ademais, a Saúde Privada apresenta um comportamento similar com uma diferença de 7,09 pontos percentuais entre a economia com o gasto em educação e sem o gasto. Esses resultados revelam como a educação pública eleva a demanda por qualificação em toda economia beneficiando também os setores privados.

GRÁFICO 6 – Trajetória dos Desvios Percentuais Acumulados no Cenário 3 dos Investimentos em P&D em diferentes setores, 2027-2041



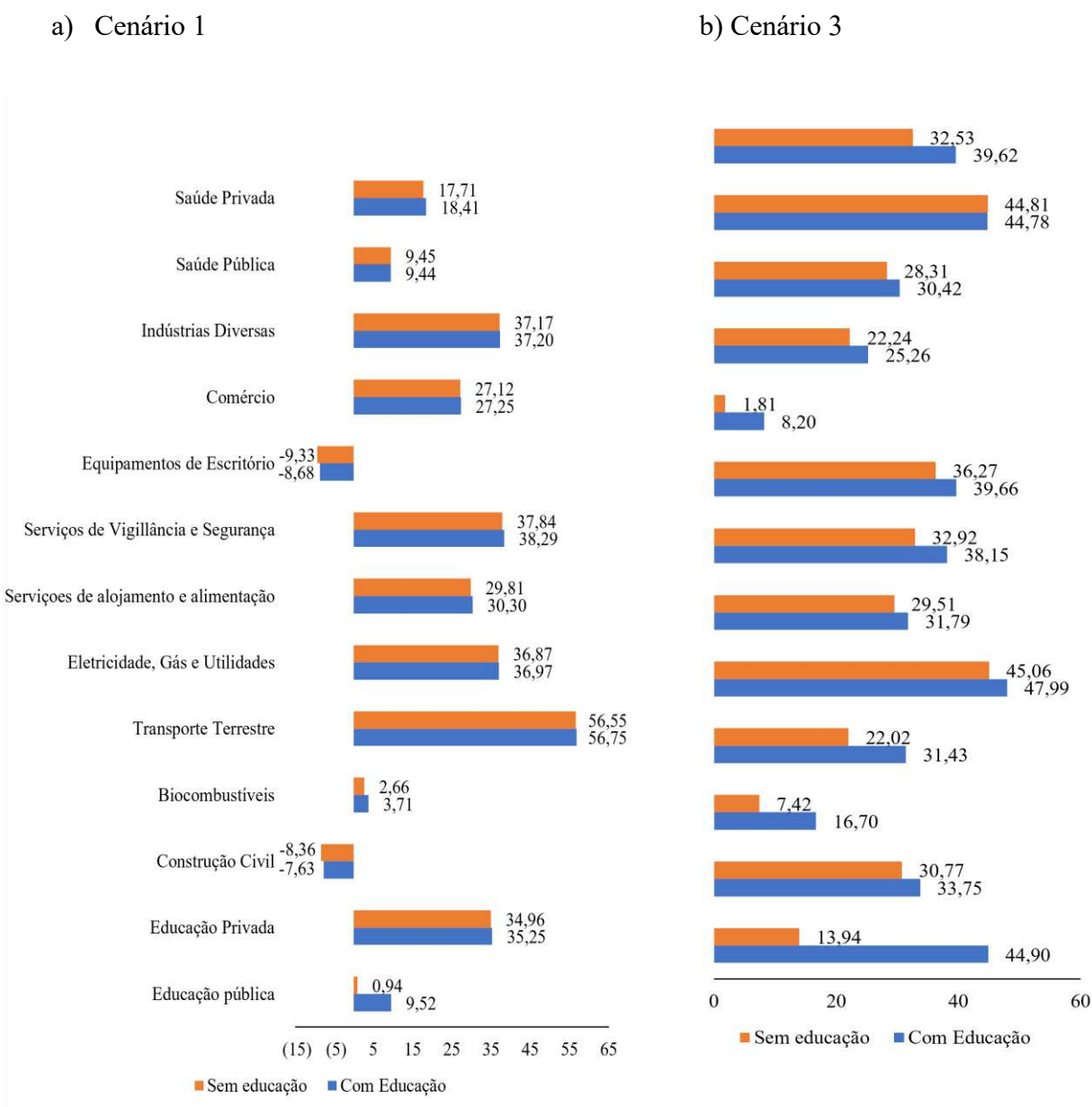
Fonte: Elaboração própria.

Contudo, ao avaliar o cenário 1, os setores de Construção Civil e Equipamentos de Escritórios apresentam resultados negativos mesmo com a inclusão dos gastos em educação pública. Ambos os setores começam a responder positivamente à medida que o gasto educacional aumenta sua base de crescimento anual. Isso ocorre porque, no piso do arcabouço fiscal, o aumento de demanda desses setores como insumos físicos da Educação Pública ainda não é suficiente para compensar a pressão de custos gerada pelo choque, que desloca setores intensivos em capital físico em favor de outros setores. À medida que o gasto educacional aumenta sua base de crescimento anual, a demanda de insumos supera o efeito de deslocamento.

Ainda no que tange à análise setorial, os investimentos em P&D e o capital de conhecimento de cada setor demonstra como o dispêndio em educação pública pode resultar em transbordamentos ao longo da estrutura produtiva brasileira. O gráfico 8 posiciona os principais

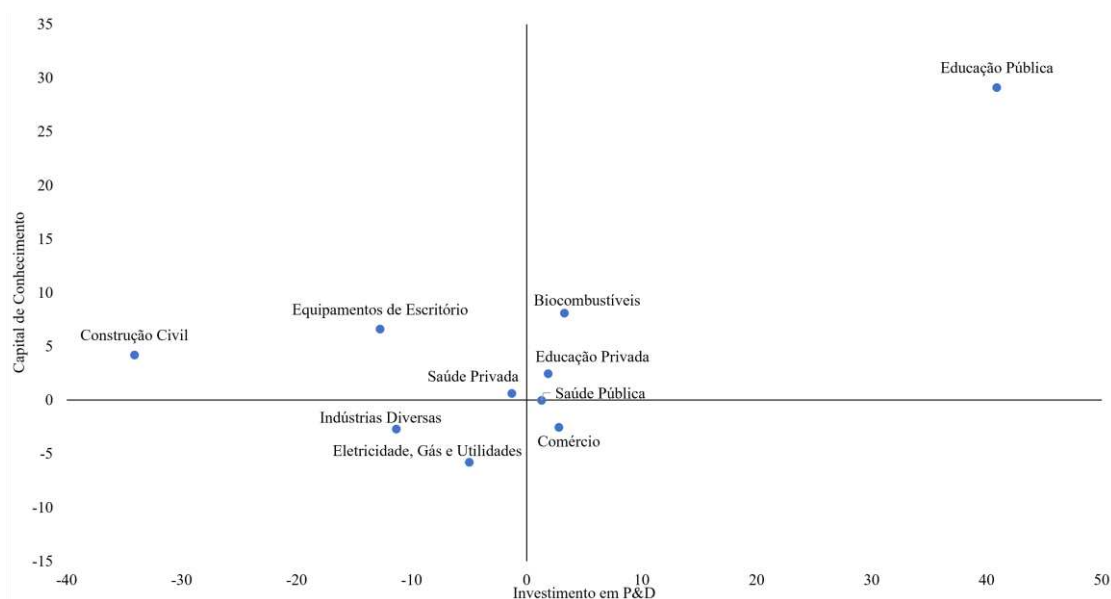
setores em função de dois eixos: o desvio acumulado no investimento em P&D e o desvio acumulado no capital de conhecimento, ambos referentes ao cenário 3, com o choque mais intenso. Essa representação permite identificar como os setores respondem ao estímulo fiscal.

GRÁFICO 7 – Impacto Setorial: Hipótese Sem Educação vs. Com Educação, em 2041.



Fonte: Elaboração própria.

GRÁFICO 8 – Desvios Acumulados de Investimento em P&D e Capital de Conhecimento por setor, em 2041



Fonte: Elaboração própria.

O resultado mais expressivo é o da própria Educação Pública, com desvio acumulado em 42% em investimentos em P&D, com consequências no Capital de Conhecimento do setor, acumulando 29% de desvio. Esse desempenho praticamente isola a Educação Pública no quadrante superior direito e evidencia a ampliação da capacidade produtiva do setor. Além disso, os setores de Biocombustíveis e Educação Privada, também se posicionam nesse quadrante, indicando resultados positivos em ambos os indicadores, porém com menor magnitude, (3,27%; 8,10%) e (1,85%; 2,44%), respectivamente.

O quadrante superior esquerdo apresenta os setores com desvios positivos na acumulação de capital de conhecimento, porém com trajetória negativa nos investimentos em P&D. Esse comportamento ocorre por absorção indireta do conhecimento gerado pela educação pública, que demanda insumos desses setores e eleva sua produtividade sem exigir esforço inovativo próprio. Os setores de Construção Civil e Equipamentos de Escritório se encaixam nesta definição e apresentam desvios acumulados de (-34,11%; 4,21%) e (-12,74%; 6,60%), respectivamente.

Partindo para o quadrante inferior direito, apenas o setor de Comércio (2,81%; -2,53%) e Saúde Pública (1,29%; -0,02%) estão posicionados, representando resposta ao estímulo fiscal por meio de aumento dos investimentos em P&D, porém sem conversão desse investimento para acumulação de capital de conhecimento. Esse fenômeno pode ser explicado pela

defasagem temporal, na qual os estímulos em P&D ainda não foram plenamente incorporados no processo produtivo e maturados como conhecimento.

Por último, o quadrante inferior esquerdo representa setores com ambos os desvios negativos, ou seja, setores com contração do investimento em P&D e na acumulação de capital de conhecimento. Os setores de Indústria Diversas (-11,33%; -2,69%) e Eletricidade, Gás e Utilidades (-4,98%; -5,78%) estão localizados nesse quadrante. Esse resultado é compatível com a retração do investimento em P&D observado no setor industrial como um todo, no qual o choque em educação pública demanda fatores produtivos dos setores públicos e de serviços, forçando a migração de fatores para setores mais produtivos.

O conjunto desses resultados setoriais evidencia como o dispêndio no setor público de educação não opera de forma isolada, e sim por meio de cadeias de compra e venda entre setores causando transbordamentos produtivos na economia. Esses efeitos propagam-se de forma distinta conforme a estrutura de insumos e a intensidade tecnológica de cada segmento. Setores mais intensivos em capital humano tendem a se beneficiar mais da expansão do estoque de conhecimento induzida pelo aumento do gasto público.

Os resultados das simulações demonstram que o gasto público em educação produz efeitos macroeconômicos, setoriais e distributivos em toda economia brasileira. De forma que a análise contrafactual mostra como o dispêndio público em educação é um componente estrutural fundamental para a formação de capital de conhecimento, essencial para o crescimento endógeno da produtividade total dos fatores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta monografia analisou os efeitos macroeconômicos e setoriais de diferentes cenários de crescimento do gasto público em educação na economia brasileira. A metodologia de Equilíbrio Geral Computável, especificamente o modelo nacional BIM-RD, proporcionou avaliar o papel do dispêndio em educação pública nos desvios dos componentes econômicos, com diferentes resultados para cada cenário de crescimento de despesas primárias.

Os resultados obtidos indicam que o gasto público em educação atua como um vetor de acumulação de capital de conhecimento, propulsor do avanço técnico na economia. À medida que o consumo do governo em educação pública se expande, o setor público amplia sua capacidade de produção de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), elevando o estoque de conhecimento e gerando transbordamentos, principalmente em setores relacionados com capital humano qualificado.

As simulações demonstraram que os três cenários do Novo Arcabouço Fiscal produzem trajetórias econômicas similares, mas com intensidades distintas. O crescimento no teto (2,50% a.a.) possui uma característica de intensificação do processo de acumulação de capital que amplia o PIB, o consumo das famílias e o investimento. Enquanto o crescimento no piso (0,60% a.a.) revela um processo mais lento para alcançar o progresso dos mesmos indicadores, nesse sentido, esses dados representam os custos de oportunidade que a economia sofre ao não elevar os dispêndios públicos no setor educacional.

Na dimensão setorial, os efeitos entre os cenários possuem uma característica parecida no que diz respeito a intensidade do choque. No entanto, alguns setores como Equipamentos de Escritório e Construção Civil passam de uma trajetória negativa no piso da política, para uma trajetória positiva no teto. Esse efeito revela que o crescimento limitado das despesas primárias em educação pode não ser suficientes para impulsionar um setor.

Além disso, a transição para uma Economia do Conhecimento não é setorialmente neutra, alguns setores respondem simultaneamente de forma positiva a investimentos em P&D e em capital de conhecimento, como o setor de bicomcombustíveis. E outros setores apresentam efeitos negativos como indústrias diversas.

Por fim, os resultados desta monografia fornecem evidências de que a condução da política fiscal brasileira tem implicações estruturais no curto e longo prazo. A manutenção da evolução das despesas primárias destinadas a educação próximo ao piso compromete a trajetória de acumulação de capital de conhecimento e impede um desenvolvimento econômico mais rápido e intenso.

REFERÊNCIAS

- ALVES MARTINS, Marina; MONTENEGRO, Rosa Livia; BETARELLI JUNIOR, Admir Antonio. Gains or losses? The impacts of new taxation and compensatory policy for the ICT industry in Brazil. 2024.
- AMAVILAH, Voxi Heinrich; RODRÍGUEZ ANDRÉS, Antonio. 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, 2024.
- BAHIA, Domitila Santos; GONÇALVES, Eduardo; BETARELLI JR, Admir Antônio. Efeitos macroeconômicos e setoriais das subvenções da Finep no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 20, p. e021013, 2021.
- BALMA, Lacina et al. Public education spending and poverty in Burkina Faso: A computable general equilibrium approach. 2010.
- BANCO MUNDIAL. Building Knowledge Economies: Advanced Strategies for Development. Washington, DC: World Bank, 2007.
- BARRETO, A. L. C. S. et al. Histórias, artes e ofícios na educação brasileira. Brasília: Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE, 2023
- BARROS, Aparecida da Silva Xavier. Expansão da educação superior no Brasil: limites e possibilidades. *Educação & Sociedade*, v. 36, p. 361-390, 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, p. 235-253, 2020.
- BETARELLI JUNIOR, A. A.. Um modelo de equilíbrio geral com retornos crescentes de escala, mercados imperfeitos e barreiras à entrada: aplicações para setores regulados de transporte no Brasil. 2013.
- BOR, Yungchang Jeffery et al. A dynamic general equilibrium model for public R&D investment in Taiwan. *Economic Modelling*, v. 27, n. 1, p. 171-183, 2010.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Artigos 205. Brasília, DF: Presidência da República, 1998.
- BRASIL. Decreto nº 10.531, de 26 de outubro de 2020. Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 27 out. 2020.
- 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).

- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Coordenação de Indicadores de Ciência e Tecnologia (COICT). Indicadores nacionais de ciência, tecnologia e inovação. Brasília, DF: MCTI, 2025.
- CAPELLO, Roberta; NIJKAMP, Peter (Ed.). Handbook of regional growth and development theories. Edward Elgar Publishing, 2009.
- CARDOSO, G.; CARDOSO, Débora Freire; DOMINGUES, Edson Paulo. Austeridade fiscal no Brasil: Impactos na renda das famílias e na atividade econômica. SEMINÁRIO DE DIAMANTINA, v. 18, 2019.
- 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.
- CRESCENZI, Riccardo. R&D, Innovative Collaborations and the Role of Public Policies. The Economics of Big Science, p. 99, 2021.
- CUNNINGHAM, James A.; LINK, Albert N. Fostering university-industry R&D collaborations in European Union countries. International Entrepreneurship and Management Journal, v. 11, n. 4, p. 849-860, 2015.
- DE PAULA MORAIS, Ana Maria et al. Universities, socioeconomic standards and inclusion policies: Assessing the effects on the performance of Brazilian undergraduates. Studies in Educational Evaluation, v. 70, p. 100996, 2021.
- DIETZENBACHER, Erik; LOS, Bart. Externalities of R&D expenditures. Economic Systems Research, v. 14, n. 4, p. 407-425, 2002.
- DUTT, Amitava Krishna; ROS, Jaime (Ed.). International handbook of development economics. Edward Elgar Publishing, 2008.
- ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. 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, 2000.
- GONÇALVES, Eduardo; SIMÕES, Rodrigo. Padrões de esforço tecnológico da indústria brasileira: uma análise setorial a partir de técnicas multivariadas. Revista Economia, v. 6, n. 2, p. 391-433, 2005.
- 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.
- HERZER, Dierk. The impact of domestic and foreign R&D on TFP in developing countries. World Development, v. 151, p. 105754, 2022.
- HONG, Chanyoung et al. Validation of an R&D-based computable general equilibrium model. Economic Modelling, v. 42, p. 454-463, 2014.
- HONG, Chanyoung; LEE, Jeong-Dong. Macroeconomic effects of R&D tax credits on small and medium enterprises. Economic Systems Research, v. 28, n. 4, p. 467-481, 2016.

- HORRIDGE, Mark. The TERM model and its database. In: Economic modeling of water: the Australian CGE experience. Dordrecht: Springer Netherlands, 2012. p. 13-35.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema de Contas Nacionais: Brasil: Tabela de Recursos e Usos: 2010-2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema de Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Censo da Educação Superior 2024. Brasília: INEP, 2025.
- JOHANSEN, L. A multisectoral model of economic growth. Amsterdam: NorthHolland Pub. Co, 1960.
- JONES, Charles I. R & D-based models of economic growth. *Journal of political Economy*, v. 103, n. 4, p. 759-784, 1995.
- JUNG, Hong-Sang; THORBECKE, Erik. 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.
- KIM, Euijune; HEWINGS, Geoffrey JD; LEE, Changkeun. Impact of educational investments on economic losses from population ageing using an interregional CGE-population model. *Economic Modelling*, v. 54, p. 126-138, 2016.
- KUHL TELES, Vladimir; ANDRADE, Joaquim. Public investment in basic education and economic growth. *Journal of Economic Studies*, v. 35, n. 4, p. 352-364, 2008.
- LIM, Jaewon; KIM, Euijune; COLLETTA, Aaron. Human Capital and Regional Resilience: Nevada Computable General Equilibrium Approach. *Growth and Change*, v. 57, n. 1, p. e70099, 2026.
- MAIRESSE, Jacques; SASSENOU, Mohamed. R&D productivity: A survey of econometric studies at the firm level. National Bureau of Economic Research Working Paper Series, n. w3666, 1991.
- 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.
- 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
- MAZZUCATO, Mariana. The entrepreneurial state. *Soundings*, v. 49, n. 49, p. 131-142, 2011.
- 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.

- NEVES, Clarissa Eckert Baeta; MARTINS, Carlos Benedito. Ensino superior no Brasil: uma visão abrangente. 2016.
- OJHA, Vijay P. The impact of public education expenditure on economic growth and income distribution in India. *Business Analyst*, v. 37, n. 2, p. 9-37, 2017.
- PIO, João Gabriel; PEROBELLI, Fernando Salgueiro; BASTOS, Suzana Quinet de Andrade. Desafios para a ampliação da competitividade da economia brasileira: uma abordagem a partir da estratégia nacional de ciência, tecnologia e inovação. 2022.
- PROQUE, A. L. Estrutura produtiva, renda e consumo: os efeitos econômicos da cide e contrapartidas ao transporte rodoviário de passageiros no Brasil. 2019. 267 f. 2019. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Economia), Faculdade de Economia. Universidade Federal de Juiz de Fora.
- ROMER, P.M. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, v.98, n.5, p.S71-S102, 1990.
- ROSSI, P. et al. AUSTERIDADE FISCAL E O FINANCIAMENTO DA EDUCAÇÃO NO BRASIL. *Educação & Sociedade*, v. 40, p. e0223456, 2019.
- SCHULTZ, T. W. Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, v. 51, n. 1, p. 1–17, 1961.
- SILVA, Felipe Queiroz; ROCHA, Carlos Frederico Leão. Fluxo de Tecnologia Intersetorial e Produtividade no Brasil. 2023. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- SILVA, Libania Araujo. Efeitos econômicos de políticas de expansão em educação e a acumulação de capital humano no Brasil. 2024. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2024.
- SZAROWSKÁ, Irena. Does public R&D expenditure matter for economic growth? GMM approach. *Journal of International Studies* (2071-8330), v. 10, n. 2, 2017.
- TAFNER, Paulo. Educação básica no Brasil: evolução recente, fragilidades, impasses e desafios. In: DE NEGRI, João Alberto; ARAÚJO, Bruno César; BACELETTE, Ricardo (Org.). *Desafios da nação: artigos de apoio*. Brasília, DF: Ipea, 2018. v. 2. p. 287-330.
- VERBIC, Miroslav; MAJCEN, Boris; COK, Mitja. Education and economic growth in Slovenia: a dynamic general equilibrium approach with endogenous growth. 2009.
- WOO, Youngjin; KIM, Euijune; LIM, Jaewon. The impact of education and R&D investment on regional economic growth. *Sustainability*, v. 9, n. 5, p. 676, 2017.
- YEO, Yeongjun; JUNG, Sungmoon. Machinery industry as a digital catalyst: evaluating R&D portfolios and trade-offs using a CGE-based analysis. *Science and Public Policy*, p. scaff096, 2026.