

EFEITOS ECONÔMICOS DAS POLÍTICAS DE EXPANSÃO EM EDUCAÇÃO E A ACUMULAÇÃO DE CAPITAL HUMANO E DE CONHECIMENTO NO BRASIL

Libania Araújo Silva¹
Admir Antônio Betarelli Júnior²
Kênia Barreiro Souza³

Resumo: O artigo analisa o papel do setor educacional na formação de capital humano e na produção de conhecimento no Brasil, avaliando os efeitos econômicos dos investimentos em educação sobre o sistema produtivo brasileiro. Para tanto, a partir de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) que endogeniza a oferta de trabalho, fazendo com que os anos de estudo e os salários relativos dos diferentes níveis de educação determinem a qualificação dos trabalhadores, foram simulados quatro cenários hipotéticos de políticas de expansão educacional. Inspirados na meta do Plano Nacional de Educação (PNE) que propõe elevar o investimento público em educação para 10% do PIB, os cenários propostos simulam o aumento dos gastos públicos com educação pública até esse patamar e subsídios equivalentes à educação privada, distribuídos ao longo de 10 e 20 anos, respectivamente. Os resultados sinalizam que a ampliação do investimento público em educação pública geraria impactos positivos sobre o PIB, a formação de capital humano e a pesquisa e desenvolvimento (P&D) no médio e longo prazo, enquanto os subsídios públicos à educação privada produziram efeitos negativos sobre o crescimento econômico. Todos os cenários, no entanto, contribuiriam para o aumento do número de trabalhadores qualificados, estimulando a acumulação de capital humano no país.

Palavras-chave: Educação; Capital Humano; Equilíbrio Geral Computável.

Abstract: This article examines the role of education in human capital formation and knowledge production in Brazil, evaluating the economic effects of educational investments on the country's production system. To investigate this, we employ a Computable General Equilibrium (CGE) model with endogenous labor supply, allowing us to determine workers' qualifications based on years of schooling and relative wages across different education levels, and we simulate four hypothetical educational expansion scenarios. Drawing inspiration from the National Education Plan (PNE), which aims to increase public investment in education to 10% of GDP, the scenarios model increased public spending on public education and equivalent subsidies for private education, implemented over 10 and 20-year periods. The results suggest that expanding public investment in education leads to positive impacts on GDP, human capital accumulation, and research and development (R&D) in the medium and long term. In contrast, subsidies for private education result in negative effects on economic growth. Nonetheless, all scenarios contribute to an increase in the number of qualified workers, supporting human capital development in Brazil.

Keywords: Education; Human Capital; General Computable Equilibrium.

JEL: J24; I25; O15.

Área de submissão: Mercado de trabalho, Demografia e Migração

¹ Especialista em Pesquisas no Observatório da Federação das Indústrias do Espírito Santo (Observatório Findes). Doutora em Economia pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

² Professor do Programa de Pós-graduação em Economia da UFJF. Doutor em Economia pelo Cedeplar/UFMG.

³ Professora do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico da UFPR. Doutora em Economia pelo Cedeplar/UFMG.

1. Introdução

Desde os anos 1950, parte do debate econômico concentra-se na análise da inter-relação entre o capital humano e os ganhos individuais monetários e produtivos (e.g. Mincer (1958, 1962) e Becker (1962)), bem como as externalidades geradas para toda a sociedade, refletidas nos indicadores agregados da economia (e.g. Romer (1986, 1990), Lucas (1988) e Mankiw, Romer e Weil (1992)). Autores como Schultz (1959, 1961) e Becker (1962) definiram o capital humano como o conjunto de características, conhecimentos e habilidades que melhoram a capacidade produtiva dos indivíduos, como educação, treinamento profissional e saúde.

Com a incorporação desse conceito à teoria econômica, ganhou relevância o papel da educação formal sobre a produtividade no mercado de trabalho e o crescimento da economia, assim como sua ligação com a produção de conhecimento e o desenvolvimento tecnológico. Pautados nessas relações, os governos enfrentam decisões sobre o nível ótimo de investimentos educacionais, tendo em vista que os gastos com educação, sejam eles públicos ou privados, fornecem capital humano adicional para os indivíduos que estão no processo educacional, que passam a contribuir para o estoque de capital humano a partir de melhores habilidades ofertadas no mercado de trabalho (CHEVALIER et al., 2004; SIANESI; VAN REENEN, 2003).

Nesse contexto, no cenário nacional, o governo brasileiro também lida com desafios relacionados a alocação de recursos educacionais. Os dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP, 2022) revelam que, em proporção do Produto Interno Bruto (PIB), os investimentos públicos em educação se mantêm em torno de 5%, distanciando-se das metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Educação (PNE)⁴, que almejou um percentual de 7% em 2019 e 10% em 2024.

Sob tal conjuntura, o principal objetivo deste estudo é avaliar os efeitos econômicos de políticas de expansão do gasto público no Brasil. Em outras palavras, investiga-se como o aumento do investimento educacional público, dirigido tanto ao setor público como ao privado, afeta a estrutura econômica, a acumulação de capital humano e a produção de conhecimento no país. Tais análises são justificadas pelo fato de que o financiamento público tem ganhado espaço no segmento educacional privado no Brasil, especialmente por meio de subsídios e políticas específicas. Visto que o governo brasileiro possui restrições fiscais, é essencial considerar a educação privada nos debates sobre expansão dos investimentos em educação.

Levando-se em conta a meta do PNE, foram simulados nesse estudo os seguintes cenários: i) expansão do gasto público com educação pública em 10% do PIB até 2034; ii) expansão do subsídio público à educação privada até 2034, conforme o valor projetado no cenário 1 para a educação pública; iii) expansão do gasto público com educação pública em 10% do PIB até 2044; iv) expansão do gasto público com educação privada até 2044, conforme o valor projetado no cenário 2. Essas simulações foram implementadas em um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) nacional de dinâmica recursiva que especifica os mecanismos pelos quais os gastos públicos em educação afetam a formação de capital humano, baseando-se na hipótese de que tais investimentos ampliam a oferta de trabalho qualificado.

Além dessa introdução, este artigo é composto por outras cinco seções. A segunda seção apresenta uma revisão teórica e empírica sobre a relação entre capital humano, educação e mercado de trabalho, incluindo estudos aplicados a modelos de EGC. Na sequência, é apresentado o panorama da atividade educacional no Brasil. No quarto capítulo, são descritos os procedimentos metodológicos adotados no estudo. As simulações propostas e seus resultados são descritos e discutidos no quinto capítulo. Por fim, são feitas as considerações finais.

⁴ O PNE é um plano decenal, aprovado pela Lei Federal nº 13.005/2014 e vigente no período de 2014-2024, que determina as diretrizes, metas e estratégias que guiam as políticas educacionais do país e que deve ser cumprido de forma articulada com os sistemas de educação estaduais, distrital e municipais.

2. Revisão teórica e empírica sobre capital humano, educação e mercado de trabalho

A expressão “capital humano” ganhou proeminência nos debates econômicos ao final da década de 1950 a partir do desenvolvimento da teoria do capital humano. O surgimento desse campo teórico forneceu contribuições para a análise econômica moderna, que passou a contemplar o aprimoramento das competências humanas como um dos elementos preponderantes para o avanço das nações. Mincer (1958), Schultz (1959) e Becker (1962) foram considerados pioneiros da área, ao discutirem sobre uma forma de capital centrada nas aptidões das pessoas, que seria complementar ao capital físico (EHRlich; MURPHY, 2007).

Schultz (1959) apontou que além dos três fundamentos usuais da economia (terra, trabalho e capital físico), outros aspectos subjacentes também deveriam ser considerados, com ênfase nos esforços humanos empregados na produção econômica. De acordo com o autor, a escassez de recursos para a educação e treinamento da mão de obra poderiam estar por trás do baixo crescimento econômico dos países em desenvolvimento. Em estudo posterior, Schultz (1960) se referiu formalmente ao termo “capital humano”, conceituando-o como uma forma de capital resultante do investimento em educação, equivalente a um investimento “no homem”.

Por seu turno, Becker (1962) afirmou que os ganhos e o consumo futuro das pessoas podem ser afetados por dois tipos de recursos: físicos e humanos. Nesse contexto, os investimentos em capital humano foram descritos como as atividades (como educação, o treinamento profissional e a assistência médica) que, ao aperfeiçoarem as habilidades físicas e mentais dos indivíduos, afetam sua renda real e, por consequência, a capacidade de consumo.

Já Mincer (1958) apontou uma associação entre os investimentos em capital humano e a distribuição interpessoal de renda, afirmando que as diferenças nos rendimentos dos indivíduos derivavam de distinções na formação profissional. Sob à luz da teoria da escolha racional, assumiu a existência de um aspecto intertemporal na decisão de investir em educação, considerando que as pessoas postergam seus ganhos individuais em prol de maiores retornos no futuro. Empiricamente, Mincer (1974) desenvolveu a “equação minceriana de ganhos”, que retrata a relação da educação formal com os rendimentos dos trabalhadores ao longo do tempo.

Além da abordagem microeconômica centrados nos retornos individuais do investimento em capital humano, no campo macroeconômico, destacam-se duas vertentes teóricas que analisam os seus efeitos mais amplos sobre a economia: os modelos de crescimento endógeno e o modelo neoclássico ampliado.

Os modelos de crescimento endógeno evidenciam o papel da educação no crescimento econômico por meio de dois caminhos: com a incorporação do capital humano como um fator produtivo da economia, que é afetado pelas decisões de investimentos educacionais e gera efeitos externos; e, com a representação explícita da interdependência entre o capital humano e o progresso tecnológico. Entre as principais contribuições à teoria, destacam-se os modelos de Romer (1986, 1990) e Lucas (1988) (SIANESI; VAN REENEN, 2003).

Lucas (1988) adaptou o convencional modelo de Solow, inserindo nele o capital humano conforme as definições apresentadas por Schultz (1963) e Becker (1962, 1974), concebendo um sistema com dois tipos de capital: o físico, acumulado e utilizado na produção de bens; e o humano, que eleva a produtividade do trabalho e do capital físico e, embora intangível, também pode ser acumulado. Na especificação conhecida como modelo de Uzawa-Lucas, Lucas (1988) incorporou na função de produção a hipótese de que as pessoas alocam seu tempo entre o processo produtivo e de aprendizagem (CHAKRABORTY; GUPTA, 2006).

Assim como Lucas (1988), Romer (1990) elaborou um modelo que evidencia as fontes endógenas do crescimento econômico, decorrente das mudanças tecnológicas a partir das decisões de investimento. O modelo é constituído por quatro insumos (capital físico, trabalho, tecnologia e capital humano) e três setores produtivos (pesquisa, bens intermediários e bens

finais), interligados, com o setor de pesquisa utilizando o capital humano e o estoque de conhecimento para gerar novas ideias, aplicadas pelo setor de bens intermediários na construção das máquinas e equipamentos, que por sua vez, são empregados na produção de bens finais.

Mankiw, Romer e Weil (1992) formularam uma versão expandida do modelo de crescimento de Solow-Swan, referida como modelo neoclássico aumentado ou MRW. Ele foi desenvolvido a partir das investigações sobre as implicações empíricas do modelo original, ao ser verificado que um melhor ajuste poderia ser alcançado com a inclusão do capital humano, tendo em vista as diferenças observadas na qualidade da mão de obra dos diferentes países. Assim, o MRW modela o capital humano da mesma forma que o capital físico, tratando-o como um insumo adicional, definido exogenamente (JONES, 2000; SCHÜTT, 2003).

Em termos empíricos, embora seja comum o uso de modelos econométricos na avaliação dos efeitos da educação sobre os salários dos indivíduos e sobre o crescimento econômico, a modelagem de EGC também tem sido utilizada para analisar os impactos agregados de políticas de investimento público em educação, já que tais modelos se mostram apropriados para o exame de mudanças estruturais de médio e longo prazo na economia. Em geral, os estudos que utilizam a modelagem de EGC tratam direta ou indiretamente dos impactos das variações de políticas de investimento público em educação, normalmente atribuídas a mudanças em sua forma de financiamento, ligadas principalmente a modificações tributárias (CARDOSO, 2016; MARDONES, 2015; YEO; LEE, 2020). A Tabela 1 reporta um resumo dos estudos aplicados sobre educação e capital humano com uso de EGC.

Tabela 1 – Resumo dos estudos sobre educação e capital humano com modelos de EGC

País	Escopo	Referência
Zâmbia e Tanzânia	Efeitos macroeconômicos e distributivos de aumento de 15% nos gastos educacionais do governo.	Jung e Thorbecke (2003)
Vietnã	Impactos de uma redução nos subsídios públicos à educação superior sobre a pobreza.	Cloutier, Cockburn e Decluwé (2008)
Eslovênia	Impactos dos investimentos em educação e P&D sobre o crescimento econômico.	Verbic, Majcen e Cok (2009)
Austrália	Impactos do aumento da participação dos indivíduos com ensino superior na força de trabalho.	Rao (2011)
Burkina Faso	Efeitos do aumento nos gastos públicos com educação primária sobre os níveis de bem-estar e pobreza.	Balma et al. (2012)
Chile	Efeitos macroeconômicos e distributivos de aumentos no imposto de renda voltados a financiar os gastos públicos com educação.	Mardones (2015)
Coreia do Sul	Efeitos econômicos dos investimentos em educação em um cenário de envelhecimento populacional.	Kim, Hewings e Lee (2016)
Índia	Impacto de um aumento nos gastos públicos com educação sobre o crescimento econômico e distribuição de renda.	Ojha (2017)
Colômbia	Impactos dos choques nos preços internacionais das commodities sobre a renda, a demanda educacional das famílias e o mercado de trabalho.	Giraldo, Arguello e Herrera (2019)
Marrocos	Efeitos dos subsídios públicos ao Ensino Superior sobre a economia e pobreza.	Karim e El Moussaoui (2020)
Coreia do Sul	Efeitos dos investimentos em inovação e acumulação de capital humano sobre o crescimento econômico	Yeo e Lee (2020)
Sudão	Implicações econômicas de políticas de subsídio público à educação e formação profissional.	Mohammed (2021)

Fonte: Elaboração própria.

3. Panorama da atividade educacional no Brasil

A partir da década de 1990, o acesso educacional no Brasil se ampliou, com a rede pública se tornando capaz de suprir as vagas demandadas na educação básica e o aumento gradual dos estudantes da educação superior, associado às iniciativas governamentais para criação de novas Instituições de Ensino Superior (IES), apoio ao financiamento estudantil e políticas de inclusão por cotas, além do advento dos cursos à distância (BARROS, 2015; TAFNER, 2018). Houve também um crescimento de 66% nos ingressantes do ensino superior privado entre 2010 e 2023, segundo o Censo da Educação Superior.

A ampliação da oferta educacional por instituições privadas trouxe à tona a concepção de que, no contexto brasileiro, a educação, além de ofertado de forma gratuita pelo Estado, como um serviço a ser contratado, oferecido por entidades particulares. Nesse sentido, além de financiar a educação pública, o governo direciona parte de seus recursos para a educação privada, amparando especialmente entidades não-lucrativas e àquelas voltadas à pesquisa e extensão, além de apoiar programas de financiamento e bolsas estudantis (CURY, 2017).

Apesar do avanço ao longo dos anos, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2024), entre 2015 e 2021, as despesas públicas brasileiras com educação encolheram cerca de 2,5% ao ano, enquanto nos países da OCDE aumentaram, em média, 2,1% ao ano. Em relação a isso, informações tributárias reunidas pelo Inep revelam que o gasto público em educação, passou de R\$ 473,6 bilhões em 2015 para R\$469,5 bilhões em 2021. Já ao analisar as transferências públicas ao setor educacional privado, verifica-se que houve um aumento no subsídio implícito do FIES, que passou de cerca de R\$ 9,6 bilhões para R\$ 41,4 bilhões entre 2015 e 2022, além das isenções fiscais cedidas as entidades educacionais sem fins lucrativos ou que oferecem vagas no Prouni.

Por outro lado, os investimentos públicos em educação se mantêm longe da meta estabelecida pelo PNE, vigente de 2014-2024, para a qual o Estado brasileiro deveria ampliar seus gastos educacionais em, pelo menos, 7% do PIB até 2019 e 10% do PIB até 2024. Segundo o Inep (2024), o investimento em educação pública permaneceu praticamente constante entre 2015 e 2018, alcançando cerca de 5% do PIB em 2019 e, após uma queda durante a pandemia, chegando a 5,1% em 2022. Levando em conta os repasses à educação privada, esse percentual foi levemente superior, tendo atingido 5,3% em 2019 e 5,9% em 2022.

Além dos impactos sociais da elevação do nível educacional da população, se executados, esses investimentos podem exercer efeitos positivos sobre a economia nacional, visto que a educação privada e pública são setores produtivos que, em razão de sua interação com as demais atividades, impactam a estrutura econômica do país. Sob essa perspectiva, segundo o Sistema de Contas Nacionais (SCN) do IBGE (2024), os setores educacionais público e privado acrescentaram à economia brasileira em 2021, respectivamente, R\$117,9 e R\$45,4 bilhões, em valores constantes de 2010. Paralelamente, a participação dos dois setores sobre o valor adicionado total do Brasil foi, de modo respectivo, 4,41% e 1,31% no mesmo ano.

Por fim, os setores educacionais também impactam a produção de conhecimento no país, com os dados do SCN (IBGE, 2024) revelando que a educação pública e a educação privada foram responsáveis, respectivamente, por 26,7% e 1,7% da P&D produzida no Brasil em 2021. Ainda que houvesse alguma participação das atividades educacionais e outros setores privados, a educação pública, foi o setor econômico com maior contribuição nesse período. Além disso, um padrão similar de maior participação dos setores públicos na produção de P&D foi identificado nos anos anteriores, entre 2010 e 2020, mantendo-se superior a contribuição da educação privada, assim como sobre as demais atividades econômicas. Segundo Betarelli Junior et al. (2020), essas informações indicam que o setor educacional público constitui uma das principais fontes de expansão do estoque de conhecimento no país.

4. Metodologia

4.1. Modelo de EGC

No presente estudo, foi implementado o modelo de EGC denominado BIM-RDKC (*Knowledge capital and R&D-based Brazilian Intersectorial Model*)⁵, que especifica para a economia brasileira o mecanismo pelo qual os investimentos públicos e privados em educação se relacionam à oferta de trabalho qualificado no país. Ele é composto por quatro tipos de instituições (famílias, empresas, governo e o resto do mundo), 28 setores econômicos e 126 produtos, sendo as famílias agrupadas em quatro classes por nível de renda⁶. O modelo segue a tradição Johansen-australiana, com a constituição de blocos de equações linearizadas cujas soluções são representadas por taxas de crescimento, partindo da estrutura teórica do BIM-RD (*R&D-based Brazilian Intersectorial Model*), modelo nacional com dinâmica recursiva implementado por Betarelli Junior et al. (2020), que modela o acúmulo de capital do conhecimento, a partir de variações endógenas nos investimentos em P&D (MARTINS, 2021).

Desse modo, a estrutura teórica do modelo assume o comportamento maximizador dos agentes econômicos, com os setores produtivos demandando fatores primários e insumos intermediários de forma a minimizar seus custos de produção, segundo uma função de Leontief. A demanda por insumos intermediários é então dividida entre produtos nacionais e importados, conforme a hipótese de Armington (1969), que pressupõe substituição imperfeita entre eles, representada por uma elasticidade de substituição constante (CES). Os fatores primários também são combinados sob uma função CES, compondo o valor adicionado. As famílias, por sua vez, consomem os bens produzidos com base em um Sistema Linear de Gastos (LES), via função Klein-Rubin (Stone-Geary), destinando parte fixa da renda ao consumo de subsistência e o restante a bens de luxo. Após definirem a composição ótima desses bens, elas escolhem entre versões nacionais e importadas dos bens consumidos.

Embora o modelo BIM-RDKC siga os padrões do BIM-RD, eles se diferenciam nas características associadas a oferta e demanda de trabalho. Nesse sentido, a primeira mudança adotada é a desagregação do fator produtivo trabalho em três grupos, conforme a escolaridade dos trabalhadores (baixo, médio e altamente qualificado)⁷, definindo-se como capital humano a mão de obra com média ou alta qualificação, seguindo a literatura (e.g. Cloutier, Cockburn e Decluwé (2008) e Verbič, Majcen e Čok (2014)). Para tanto, a princípio, foi realizada, a partir de dados na PNAD Contínua, a desagregação dos vetores referentes a renda do trabalho e ao número de trabalhadores de acordo com os setores, as famílias e o grau de qualificação.

Em seguida, com o intuito de atualizar os rendimentos dos trabalhadores de acordo com os diferenciais relacionados à qualificação, são integrados ao modelo de EGC parâmetros estimados econometricamente por meio de uma equação minceriana de ganhos. Por fim, seguindo o estudo de Yeo e Lee (2020), a formação de capital humano, diretamente ligada à oferta de trabalho qualificado, é modelada como um processo endogenamente determinado pelas mudanças nos investimentos educacionais públicos e privados e nos salários relativos entre os trabalhadores com diferentes níveis de educação. Em outras palavras, admite-se que, ao buscarem acumular habilidades, os indivíduos levam em conta tanto os retornos esperados

⁵ Operacionalizado no GEMPACK (*General Equilibrium Modelling PACKage*), conjunto de ferramentas de *software* desenvolvido para resolver modelos de EGC. As simulações são executadas no *RunDynam*, aplicativo do GEMPACK específico para modelos dinâmicos. Mais informações em: <http://www.copsmodels.com/gprdyn>.

⁶ 1) Entre um e dois salários mínimos; 2) de dois a 5 salários mínimos; 3) de 5 a 10 salários mínimos; 4) mais de dez salários mínimos. Tal classificação foi feita de acordo com o salário mínimo de 2015, que era de R\$788,00.

⁷ A partir da PNAD Contínua de 2015, classifica-se os trabalhadores: i) baixa qualificação, os indivíduos sem instrução ou com ensino fundamental incompleto ou completo; ii) média qualificação, aqueles com ensino médio incompleto ou completo; e iii) alta qualificação, aqueles que possuem ensino superior incompleto ou completo.

como sua própria capacidade de investir na sua qualificação e as condições institucionais oferecidas, diretamente ligadas aos investimentos públicos em educação.

À vista disso, a equação da oferta de trabalho é representada no modelo como:

$$ls_o = ELAS_EDU_o edu_o + ELAS_LAB_o (pl_edu_o - pl_edu) \quad (1)$$

ls_o equivale ao trabalho ofertado (em horas) por grau de qualificação o . Já $ELAS_EDU_o$ e $ELAS_LAB_o$ representam, respectivamente, a elasticidade do investimento em educação e a elasticidade de substituição na oferta de trabalho entre os três tipos de ocupação. Seguindo Betarelli Júnior (2020), esta última assume o mesmo valor para os três tipos de trabalho (0,8), a partir da suposição de que eles são substitutos imperfeitos, enquanto $ELAS_EDU_o$ foi calculada especificadamente para esse estudo, conforme descrito a seguir. Por sua vez, edu_o é um composto de gastos privados e públicos com educação, também detalhado adiante. $(pl_edu_o - pl_edu)$ representa o salário nominal relativo entre o preço médio da oferta de trabalho por qualificação (pl_edu_o) e a média salarial agregada do trabalho ofertado (pl_edu).

Assim, a elasticidade do investimento em educação ($ELAS_EDU_o$) é obtida como:

$$ELAS_EDU_o = \left(\frac{Gov_Edu_o^{aluno} / Gov_Edu_o^{tot}}{1/Ocupados_o} \right) * \frac{Concluintes_o}{Matriculados_o} \quad (2)$$

Para isso, tomando como referência 2015, ano-base do modelo, foram utilizados dados do Sistema de Contas Nacionais (SCN) dos gastos do governo com educação ($Gov_Edu_o^{tot}$) e do número de trabalhadores ocupados ($Ocupados_o$), desagregados por tipo de qualificação, a partir da Pnad Contínua, e dados do Inep sobre as despesas públicas por aluno ($Gov_Edu_o^{aluno}$) e número de matriculados e concluintes para cada uma das três etapas escolares. O gasto educacional relativo do governo ($Gov_Edu_o^{aluno} / Gov_Edu_o^{tot}$) com um estudante foi dividido pela medida relativa de um trabalhador sobre o estoque de ocupações na economia ($1/Ocupados_o$) e ponderado pelo percentual entre conclusões e matrículas para cada nível de escolaridade. Na impossibilidade de calcular essas elasticidades para a educação privada, optou-se por generalizá-lo para os setores educacionais públicos e privados na modelagem.

Por sua vez, o composto edu_o é construído dentro do próprio modelo desta maneira:

$$edu = V3EDUBAS * x3_sh("EduPriv") + V5EDUBAS * x5("EduPublic", "Dom") \quad (3)$$

$V3EDUBAS$ e $V5EDUBAS$ representam, em fluxos básicos, a demanda das famílias por educação privada e a demanda doméstica do governo por educação privada, enquanto $x3_sh("EduPriv")$ e $x5("EduPublic", "Dom")$ são as variáveis associadas a essas medidas.

Por último, o preço médio da oferta de trabalho por qualificação (pl_edu_o) também é calculado dentro do modelo, sendo atualizado pela semi-elasticidade da renda em relação aos anos de estudo ($YEDU_o$), parâmetro estimado econometricamente por meio da equação minceriana de ganhos. Tais estimativas permitem atualizar os salários de acordo com os diferenciais associados à escolaridade, assumindo-se que cada ano adicional de estudo eleva marginalmente o salário médio do trabalho ofertado e consequentemente os salários relativos, com sua intensidade variando de acordo com o grau de qualificação do trabalhador.

$$pl_edu_o = pl_i_o + YEDU_o * year \quad (4)$$

Já a equação de demanda de trabalho segue o padrão adotado nos modelos de EGC:

$$ld_{i,o} = averld_{o_i} - SIGMA_LAB_i(pl_{i,o}/pl_{o_i}) \quad (5)$$

Em que: $ld_{i,o}$ representa a quantidade de trabalho (em horas) por nível de qualificação demandada por cada uma das atividades econômicas (i); $averld_{o_i}$ é a demanda média de trabalho na indústria i ; $SIGMA_LAB_i$ é o parâmetro de substituição de CES entre tipos de habilidades; e $pl_{i,o}/pl_{o_i}$ são os salários relativos da demanda de trabalho da qualificação o pela atividade econômica i . Desse modo, a demanda de trabalhadores com baixa, média ou alta qualificação é definida pelos produtores à medida que buscam minimizar seus custos de produção, sujeitos a uma tecnologia do tipo CES.

Segundo o modelo, as variações no total de trabalhadores empregados resultam do processo otimizador que iguala a oferta de trabalho (ls_o) com a demanda de trabalho agregada para todas as indústrias (ld_o), ambas por tipo de ocupação, como mostrado a seguir:

$$ls_o = ld_o \quad (6)$$

De forma adicional, as unidades de trabalho em horas são ponderadas por números de empregados. Assim, a nova oferta de mão de obra educada é utilizada para remodelar o estoque dos três diferentes tipos de trabalho. O estoque total de trabalho é representado pela soma dos trabalhadores de todos os tipos de qualificação. Uma vez que a oferta e a demanda de trabalhadores se ajustam em direção ao equilíbrio, mudanças na composição da mão de obra ofertada em decorrência de novas políticas podem influenciar a quantidade demandada de cada tipo de trabalho, afetando conseqüentemente o valor adicionado e a produção. Desse modo, enquanto o capital físico e o capital de conhecimento são determinados, respectivamente, pelos investimentos em formação bruta de capital fixo e P&D, a oferta de trabalho qualificado varia em função dos gastos públicos com educação.

Por fim, cabe destacar que a dinâmica recursiva prospectiva do modelo permite a atualização das variáveis exógenas de um período para outro. Conforme explicado por Souza (2015), o mecanismo de dinâmica recursiva do modelo funciona a princípio por meio de soluções sequenciais, ano a ano, como em um modelo de estática comparativa. Partindo das soluções de cada ano, é determinado o ajuste intertemporal do mercado de trabalho e estoque de capital (físico e conhecimento), que possibilita conectar e atualizar dinamicamente os dados.

4.2. Base de dados e calibragem

Para sua operacionalização, o modelo de EGC foi calibrado a partir de coeficientes que representam o fluxo econômico e elasticidades e parâmetros comportamentais retirados da literatura. Além disso, para obter o preço médio da oferta de trabalho por nível de qualificação, foi necessária a estimação econométricas dos parâmetros, conforme descrito a seguir.

4.2.1 A MCS e os parâmetros-chave

Construiu-se, em um primeiro momento, uma MCS que além dos fluxos básicos de oferta e demanda setoriais da economia, fornecidos pela Matriz de Insumo-Produto (MIP), incorpora a geração e a apropriação da renda pelas instituições modeladas (como famílias e governo). Desse modo, a MCS implementada na modelagem, parte da MIP nacional de 2015 disponibilizada pelo SNC⁸ do IBGE (2024), composta por 127 produtos e 67 setores

⁸ Conjunto de informações das atividades econômicas que detalha a produção, consumo e investimentos da economia brasileira em períodos de referência, explicitando as relações intersetoriais e com o resto do mundo.

econômicos. Tais setores foram agrupados em 28 atividades produtivas⁹, responsáveis pela produção de 126 produtos. Além disso, também integram o modelo: elementos da demanda final, como consumo do governo, investimento, exportações, estoques e quatro famílias representativas, definidas por classes de renda; dois tipos de margem, referentes a comércio e transporte de carga; importações por produto; e os fatores primários capital e trabalho, sendo o último desagregado por três níveis de qualificação. Também foram incluídos dados de três tipos de impostos indiretos (IPI, ICMS e outras taxas e subsídios).

Também foram utilizados elasticidades e parâmetros comportamentais obtidos em outros estudos. Por exemplo, assim como o BIM-RD (BETARELLI JUNIOR et al., 2020), as elasticidades de Armington referentes a substituição entre produtos de origem nacional e importados, basearam-se nas estimativas de Tourinho, Kume e Pedroso (2007). Por sua vez, a elasticidade da demanda por exportações de bens tradicionais e não tradicionais foram os mesmos implementados por Domingues (2002). Já o parâmetro de Frisch, que mede a sensibilidade dos gastos das famílias, seguem Almeida (2011), e as elasticidades dos gastos das famílias são aquelas calculadas por Hoffman (2010) (PROQUE, 2019).

4.2.2 Estimação dos parâmetros de atualização dos salários por nível de qualificação

Para obter os parâmetros que auxiliaram a atualização dos vetores salariais da oferta de trabalho por tipo de qualificação, estimou-se uma equação minceriana de ganhos, estrutura que relaciona os rendimentos dos indivíduos à escolaridade, experiência no mercado de trabalho e outros aspectos subjacentes. No entanto, como indicado pela literatura da economia do trabalho (e.g. Garen (1984), Kassouf (1994) e Silveira et al. (2015)), para corrigir o viés de seleção amostral, que podem decorrer da não aleatoriedade da amostra da população, a modelagem foi implementada por meio do método de dois estágios de Heckman (1979). Para tanto, primeiro foi estimada a equação de participação no mercado de trabalho, com um modelo do tipo probit¹⁰, a partir de variáveis explicativas que retratam os fatores considerados na decisão dos indivíduos em se empregarem:

$$Z_i^* = \beta_i W_i + \varepsilon_i \quad (7)$$

Sendo: Z_i^* a variável resposta que representa a probabilidade do indivíduo i trabalhar ($Z_i^* = 1$) ou não trabalhar ($Z_i^* = 0$), dadas as características observáveis W_i , que aludem a: anos de estudo (esc_i); idade ($idade_i$); se tem filhos ($filhos_i$); se é mulher ($sexo_i$), cor/raça (cor_i); se é chefe de família ($chefe_i$); e, se reside em região metropolitana ($metro_i$); além do termo de erro (ε_i).

Em seguida, gera-se a razão inversa de Mills (λ), simbolizada por:

$$\lambda_i = \frac{\varepsilon\left(\frac{\alpha W_i}{\sigma_u}\right)}{\varepsilon\left(\frac{\alpha W_i}{\sigma_u}\right)} \quad (8)$$

Em que, σ_u é o desvio-padrão da distribuição de erros da equação de seleção, ε é a função densidade de probabilidade normal padrão, e ε a função de distribuição normal acumulada.

⁹ A agregação dos setores econômicos foi realizada por meio da compatibilização com as atividades econômicas presentes PNAD Contínua, segundo os códigos da CNAE Domiciliar. Manteve-se o detalhamento, em especial, para aqueles setores com maior número de trabalhadores e/ou rendimento salarial.

¹⁰ O probit é um modelo de resposta binária. Em outras palavras, é um tipo de regressão em que a variável dependente assume apenas dois valores, e cujo objetivo é estimar a probabilidade de que uma observação com características particulares seja classificada em uma das categorias especificadas (WOOLDRIDGE, 2010).

No segundo estágio, no qual é estimada a equação de ganhos, o logaritmo natural dos rendimentos individuais do trabalho foi regredido contra variáveis exógenas que afetam os salários e valores ajustados da equação de seleção, obtidas pela razão inversa de Mills. Desse modo, a equação de ganhos, estimada separadamente para os três níveis de escolaridade considerados na modelagem de EGC (baixa, média e alta qualificação), é representada como:

$$\ln Y_{esc_i} = \beta_1 + \beta_2 educ_{esc_i} + \beta_3 exp_{esc_i} + \beta_4 (exp_{esc_i})^2 + \beta_5 x_{esc_i} + \beta_6 \lambda_{esc_i} + \varepsilon_{esc_i} \quad (9)$$

Sendo: $educ_{esc}$, os anos de estudo; exp_{esc} , a experiência no mercado de trabalho; exp_{esc}^2 , o quadrado da experiência; λ_{esc} , a razão inversa de Mills; e x_{esc} , um vetor com os demais preditores que podem influenciar os ganhos individuais (como sexo, cor/raça, se é chefe de família, se reside em região metropolitana, estado no qual reside, se são adequadamente educados para a ocupação que exercem, setor produtivo no qual trabalha, interação entre os anos de escolaridade e o setor produtivo). Por último, esc_i é o nível de escolaridade (i) para o qual a equação é estimada.

Tais equações econométricas foram estimadas a partir de dados empilhados (*pooling data*) da PNAD Contínua no período de 2012 a 2019. Nas estimações leva-se em conta a característica amostral complexa dessa pesquisa, com a devida ponderação pelos pesos amostrais ajustados mediante a aplicação de modelos lineares generalizados.¹¹

No que se refere aos resultados da modelagem econométrica, os coeficientes estimados para β_2 , incorporados ao modelo de EGC como *proxy* da elasticidade da renda em relação aos anos de estudo ($YEDU_o$), estão em conformidade com o que é amplamente descrito na literatura. Por exemplo, Silveira et al. (2015) destacam o retorno positivo da educação, ou seja, o impacto da maior escolaridade no aumento dos rendimentos salariais dos indivíduos. Nesse sentido, estimou-se que, para indivíduos com diploma de ensino superior (ou matriculados em algum curso superior), um ano adicional de estudo resulta em um aumento médio de 20,1% na renda individual. Para aqueles com nível médio de escolaridade, esse ganho é de 15,9%, enquanto para os que possuem baixa escolaridade, o acréscimo é de 10,3%, evidenciando uma redução progressiva do retorno à educação conforme diminui o grau de escolaridade.¹²

5. Simulações e resultados

Levando-se em conta a meta de investimento educacional e o horizonte temporal almejado pelo PNE e os debates sobre as despesas do governo com o ensino público e privado, foi proposta a simulação de quatro cenários de políticas de expansão do gasto educacional público no Brasil, resumidas na Tabela 2.

Os cenários prospectivos de choques de políticas foram comparados, em termos de variação percentual, a um cenário de referência (*baseline*), que reflete as mudanças reais observadas e previstas dos principais componentes da demanda final. A simulação histórica do modelo, que gera uma perspectiva histórica da economia brasileira, a partir da qual se projeta a trajetória para os próximos anos, começa em 2015 e utiliza dados observados de 2016 a 2023 para calibrar as variáveis macroeconômicas. A partir dessa base, projeta-se a trajetória da economia até 2050, considerando choques exógenos, como alterações nos gastos públicos com educação. No cenário de referência para 2024-2050, projeta-se um crescimento médio anual do PIB de 2,2%, alinhado às estimativas da Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil (BRASIL, 2020).

¹¹ Para isso, utilizam-se os pacotes *survey* e *PNADcIBGE* no *software* R.

¹² Resultados completos das estimações econométricas disponíveis no Anexo I.

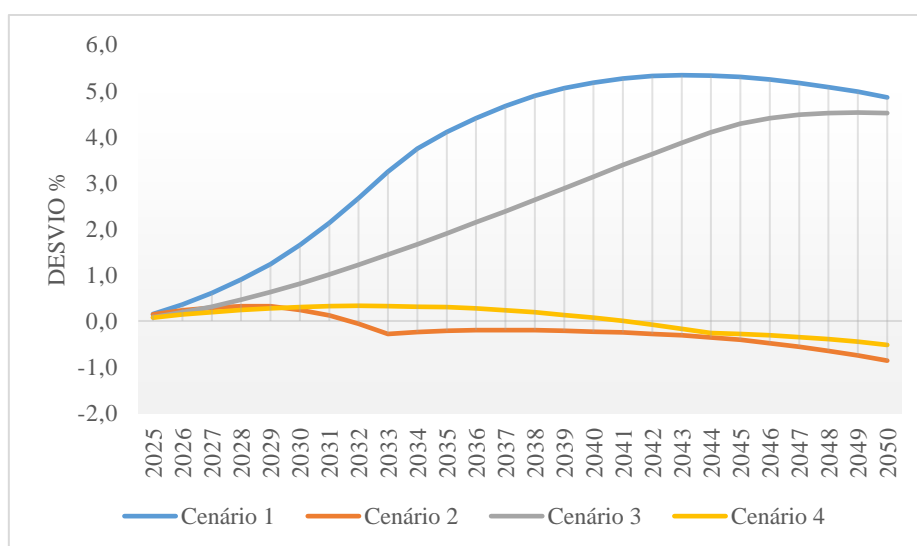
Tabela 2 - Simulações das políticas de expansão do gasto público com educação

Política	Descrição	Instrumento de política	Abrangência
Cenário 1	Aumento no gasto público com educação pública, atingindo 7% em 2029 e 10% do PIB em 2034, conforme o PNE.	Variação na demanda do governo por educação pública	2024-2034
Cenário 2	Aumento no gasto público com educação privada até 2034, de acordo com os gastos projetados no Cenário 1.	Subsídio à educação privada	2024-2034
Cenário 3	Aumento no gasto público com educação pública, de forma a atingir 10% do PIB em 2044.	Variação na demanda do governo por educação pública	2024-2044
Cenário 4	Aumento no gasto público com educação privada até 2044, de acordo com os gastos projetados no Cenário 3.	Subsídio à educação privada	2024-2044

Fonte: Elaboração Própria.

Conforme observado no Gráfico 1, o primeiro cenário, que propõe o aumento do gasto público em educação pública em proporção do PIB até 7% em 2029 e 10% em 2034, o crescimento acumulado previsto pelo modelo para a implementação da política em relação ao cenário-base é de 3,7% entre 2025-2035, alcançando valores ainda maiores nos anos seguintes. Esses resultados são induzidos principalmente pelo investimento privado e consumo do governo, que variaram, respectivamente, 42,4% e 17% no período. Em ambos os casos, isso se relaciona ao estímulo no investimento em capital de conhecimento provocado pelo setor educacional público, que se destaca na produção de P&D nacional. Por outro lado, o consumo das famílias apresenta uma queda de 8,6%, que ocorre para acomodar o aumento no gasto público. Essa redução na demanda interna força a queda dos preços nacionais, com um deflator implícito do PIB negativo, o que torna os bens produzidos no país mais competitivos no mercado internacional, levando ao aumento das exportações em 15,5%.

Gráfico 1 - Efeitos dos cenários simulados sobre o PIB do Brasil*



Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: *desvio % acumulado em relação ao cenário de referência (*baseline*).

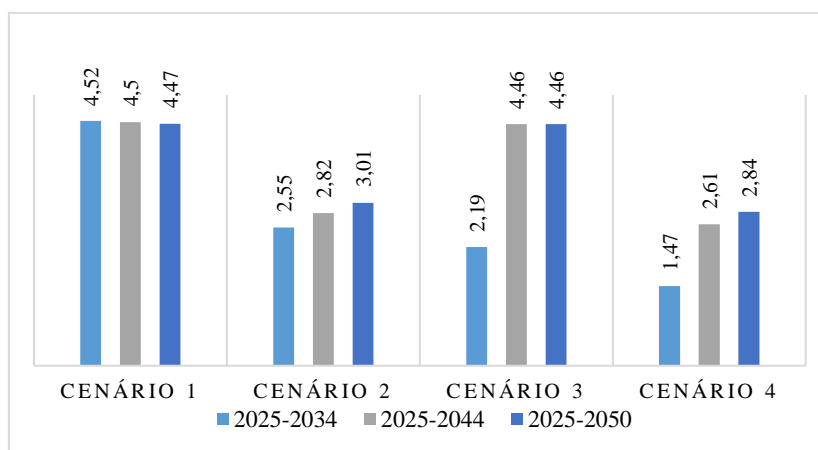
Já o segundo cenário, marcado pelos subsídios do governo à educação privada via renúncias fiscais para essa atividade, seguindo as hipóteses adotadas no anterior, leva a

mudanças percentuais negativas, tanto entre 2025-2034, período em que são implementados esses choques (-0,34%), como nos demais analisados para um horizonte maior (-0,36% e 0,86% para 2025-2044 e 2025-2050, respectivamente). Apesar disso, nesses três casos, com exceção do consumo das famílias, todos os componentes do PIB exibem após a implementação desses choques uma variação cumulativa positiva em relação ao *baseline*. Por exemplo, com essa simulação, o investimento privado passa a apresentar uma variação acumulada de 1,49% de 2025 a 2044, novamente se destacando mais especificamente o investimento relativo ao capital do conhecimento (10,15%), ainda que em menor magnitude do que o primeiro cenário.

Por sua vez, o terceiro cenário, para o qual foi simulado o aumento das despesas públicas com educação em até 10% do PIB distribuídas uniformemente ao longo de vinte anos, apresentou uma tendência semelhante ao observado no primeiro cenário em relação aos efeitos sobre o crescimento econômico. Por meio dessa simulação foi previsto um aumento percentual de 4,09% no PIB do Brasil até 2044, último ano dos choques, mas que se refletiriam também nos indicadores dos anos seguintes, até o fim da análise em 2050. Nesse caso, o comportamento dos agregados do PIB, assim como nos cenários anteriores, acomodam-se aos choques.

Além dos efeitos macroeconômicos agregados, as quatro políticas simuladas repercutem sobre o mercado de trabalho, provocando variações acumuladas positivas sobre o emprego nacional no médio e longo prazo, como exposto no Gráfico 2. Nesse contexto, destacam-se principalmente os cenários 1 e 3, em que o governo expande seus gastos com educação pública. Em ambos os casos, foi previsto um crescimento no nível de emprego nacional em torno de 4,5%, de forma acumulada para os anos em que os choques foram implementados (respectivamente, 2025-2034 e 2025-2044). Esse efeito positivo segue o aumento no nível de atividade geral, com expansão dos níveis de qualificação e aumento na P&D, com impactos positivos que se espalham por toda economia e se sustentam ao longo do tempo.

Gráfico 2 - Mudanças projetadas no emprego nacional agregado*



Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

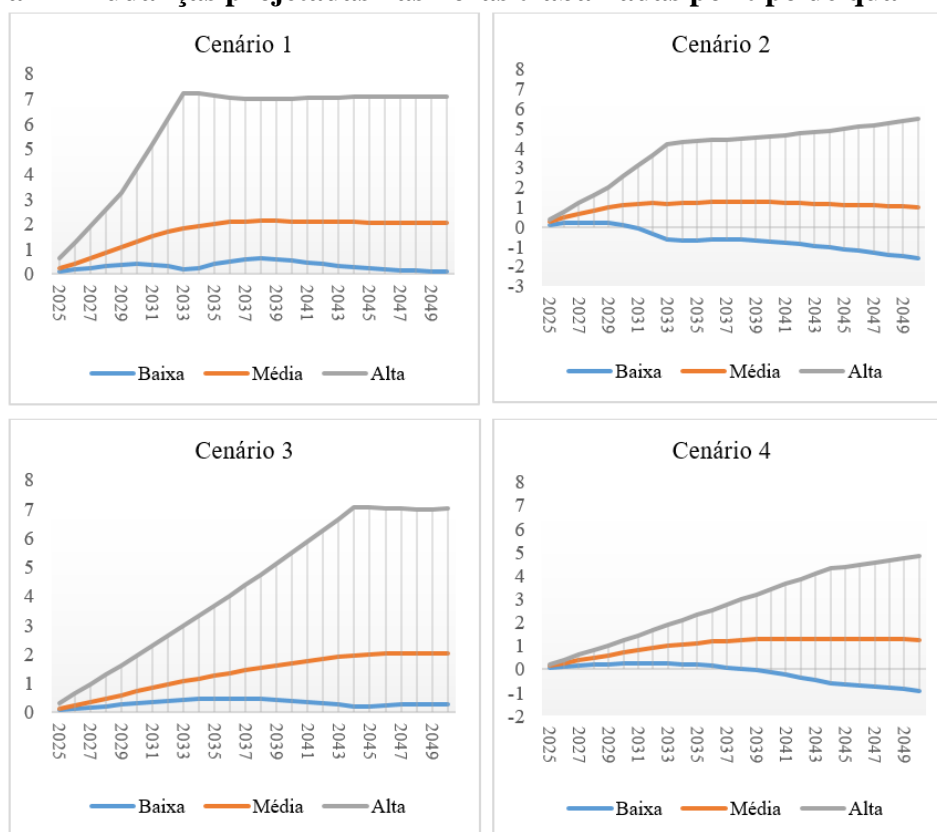
Nota: *desvio % acumulado em relação ao cenário-base.

De outro modo, os Cenários 2 e 4, nos quais são dados subsídios públicos ao ensino privado por meio da isenção de tributos, estimulam menos o crescimento percentual do emprego agregado nacional, segundo as simulações realizadas. Ainda assim, eles apresentam variações positivas em relação ao cenário base, sendo de 2,55% para o segundo cenário no acumulado de 2025 a 2030, e de 2,61% para o terceiro cenário entre 2025-2044, períodos em que as respectivas simulações foram feitas. Ou seja, nesses casos, embora o aumento no nível de qualificação da população promova o aumento da renda, os efeitos sobre P&D é modesto, não permitindo que os ganhos em termos de atividades se prolonguem ao longo do tempo.

As transformações provocadas pelos choques aplicados se refletem também no uso dos diferentes tipos de trabalhadores (baixa, média e alta qualificação) pelas atividades econômicas. Sob essa ótica, a Figura 1 ilustra as mudanças anuais projetadas na composição do fator trabalho, medido em horas efetivas, por nível de qualificação, em comparação ao *baseline* da análise, para cada cenário simulado. Observa-se que sob o primeiro cenário, embora ocorra uma variação anual positiva no trabalho de média qualificação utilizado na produção econômica nacional, os efeitos são maiores para o altamente qualificado. Todavia, tais impactos acompanham de forma crescente os períodos nos quais os choques são instaurados, de 2025 a 2034, acomodando-se linearmente logo após e se mantendo assim até o último ano projetado.

Já no terceiro cenário, que reproduz a hipótese de ampliação das despesas do governo com educação pública apresentada no cenário 1, mas distribuindo-a durante vinte anos, embora as variações sobre a composição do trabalho sigam uma trajetória similar nos três níveis de qualificação, o crescimento acumulado do uso do trabalho altamente qualificado ocorre de forma mais uniforme no decorrer do tempo, refletindo os choques dados. Mas a partir de 2045, primeiro ano após o fim dos choques simulados, também passar a exibir uma trajetória linear que se mantém até 2050.

Figura 1 - Mudanças projetadas nas horas trabalhadas por tipo de qualificação*



Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: *desvio % acumulado em relação ao cenário-base.

No Cenário 2, de subsídios à educação privada ao longo de uma década, na mesma proporção do que o governo despenderia com educação pública no primeiro cenário, verifica-se que no médio e longo prazo ocorreria uma queda gradual no uso do trabalho pouco qualificado na produção econômica, associado a um suave aumento do trabalho com média qualificação e a uma elevação mais perceptível na utilização do altamente qualificado. Esse aumento da variação percentual acumulada em relação ao cenário base no trabalho com alta

qualificação também é crescente no período em que as políticas são simuladas, mas apesar de sua quebra de continuidade após o fim dos choques, permanece apresentando um sutil avanço cumulativo até 2050. O quarto cenário, que também reproduz a subvenção pública à educação privada, distribuída de forma equilibrada ao longo de vinte anos, aponta para mudanças percentuais sobre o *baseline* também crescentes em todo o período analisado, só que seguindo evolução com poucas descontinuidades na trajetória.

Em síntese, os quatro cenários simulados mostraram resultados positivos a respeito de mudanças percentuais no uso do trabalho altamente qualificado na economia brasileira nos períodos projetados. Em contraponto, em termos médios, observa-se uma pequena flutuação no trabalho pouco qualificado, tendendo ao declínio em alguns casos. Já o trabalho de qualificação intermediária apresentou uma evolução sutil nas projeções, especialmente quando comparados com o grau mais elevado de qualificação do trabalho.

Em relação ao efeitos setoriais das políticas simuladas sobre a utilização do fator produtivo trabalho, os resultados apontam que políticas de expansão do investimento público em educação estimulam diretamente as atividades educacionais públicas e privadas, como previsto, de acordo com os choques implementados em cada uma delas. De forma paralela, o efeito renda aumenta a demanda geral, e afeta outros setores positivamente, espalhando-se sobre o nível de atividade de outros setores. Esses impactos setoriais também se refletem em variações sobre os tipos de trabalho, por nível de qualificado.

Relativo a isso, a expansão na oferta de trabalho de alta qualificação provocadas pelas políticas de investimentos educacionais faz com que esse tipo de trabalho se torne relativamente mais barato, via equilíbrio de preços, levando a ampliação do seu uso pelos diferentes setores da economia. Uma vez que os tipos de trabalho se complementam, a baixa e a média qualificação também variam geralmente na mesma direção, refletindo o aumento de sua utilização no processo produtivo. Desse modo, alguns setores por demandarem trabalho qualificado são indiretamente beneficiados pela expansão na sua oferta.

Olhando-se diretamente para a quantidade de trabalhadores empregados na economia brasileira, que constituem agregados da medida de trabalho em horas ponderada pelo número de trabalhadores ocupados no mercado de trabalho do país, verifica-se que todas as quatro simulações adotadas nesse estudo geraram impactos positivos sobre a inserção de indivíduos com alta qualificação no mercado de trabalho nacional. Em outros termos, as simulações realizadas mostraram variações percentuais positivas, acumuladas no médio e longo prazo, sobretudo, no número de trabalhadores com nível superior (completo ou em andamento) no país, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 1 - Mudanças projetadas na quantidade de trabalhadores por tipo de qualificação*

	Qualificação	2025-2034	2025-2044	2025-2050
Cenário 1	Baixa	-1,37	-0,01	-0,06
	Média	-0,87	0,61	0,8
	Alta	4,6	5,52	5,69
Cenário 2	Baixa	-1,33	-1,57	-2,16
	Média	1,09	1,42	1,33
	Alta	8,76	10,82	12,32
Cenário 3	Baixa	-0,1	-0,51	0,03
	Média	0,21	0,01	0,73
	Alta	2,1	5,08	5,53
Cenário 4	Baixa	0,01	-1,12	-1,42
	Média	1,2	1,45	1,58
	Alta	4,17	9,19	10,59

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: *desvio % acumulado em relação ao cenário-base.

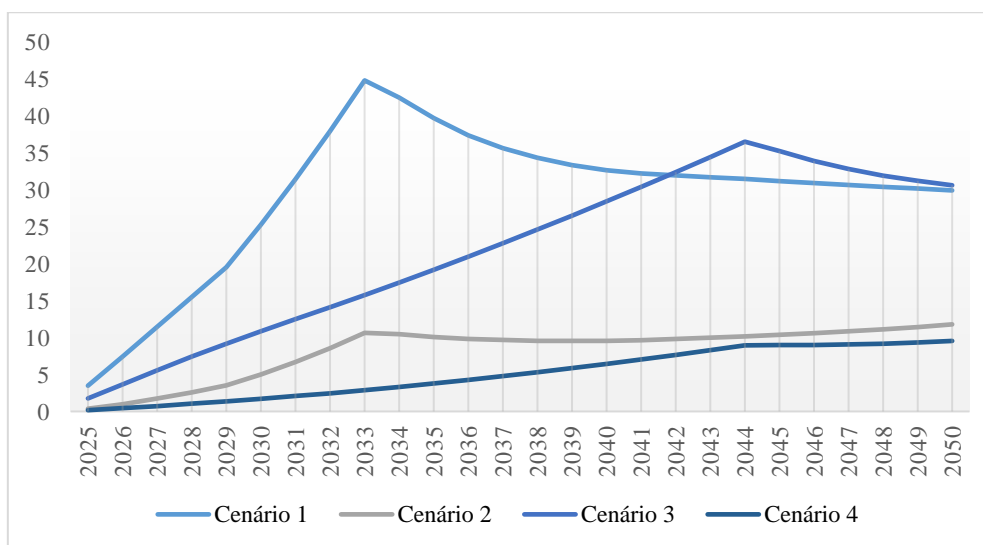
Entretanto, observa-se, de forma mais específica, que o desvio em relação ao cenário-base foi menor nos dois cenários em que foram simulados um aumento nos dispêndios do governo sobre a educação pública, do que naqueles em que foram distribuídos subsídios sobre o ensino privado. Isso pode estar atrelado ao fato de que são as instituições privadas brasileiras de ensino superior que concentram a maior parte das matrículas em cursos desse grau, em contraposição às instituições públicas. Nesse âmbito, os dados do Censo do Ensino apontam que em 2023, 79,3% dos estudantes matriculados em cursos de nível superior no Brasil frequentavam faculdades ou universidades privadas, o que está alinhado com a elevada propagação dessas entidades no país a partir da década de 1990. Além disso, em geral, os subsídios públicos ao ensino privado no Brasil estão interligados à oferta de bolsas de estudos e programas de financiamento educacional, como o Prouni e Fies, que incentivam a entrada dos indivíduos nas instituições.

De acordo com os resultados das simulações, a política de expansão das despesas governamentais com educação pública representada no primeiro cenário, prevê, no acumulado de 2025 a 2034 – período desejado para sua execução e nos quais são dados os choques, uma taxa de variação negativa sobre o número de trabalhadores com média (-1,37%) ou baixa qualificação (-0,87%). Essas mudanças percentuais negativas se mostram menos intensas quando se leva em consideração os anos seguintes aos choques, após 2034. Entretanto, os efeitos positivos sobre o número de indivíduos muito educados (alta qualificação) se intensificam ainda mais no longo prazo, 2050.

Isso também ocorre nos outros cenários, conectando-se com a hipótese de que, em decorrência dos anos de estudo necessários para se alcançar graus de escolaridade mais elevados, os efeitos de políticas educacionais tendem a se refletir melhor em períodos subsequentes. Consequentemente, evidencia-se que, sob a implementação das diferentes políticas que provocam o aumento das despesas educacionais públicas, ocorre a acumulação de capital humano, cujo estoque é equivalente a quantidade de trabalhadores com alta qualificação.

As quatro simulações de políticas de expansão de gastos e subsídios do governo com educação também afetam os investimentos em P&D e a produção de capital de conhecimento no Brasil, conforme observado no Gráfico 3, que exhibe a mudança percentual passada pelos investimentos em P&D em relação ao cenário de referência após as simulações realizadas.

Gráfico 3 - Projeção de variação nos investimentos em P&D no Brasil*



Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

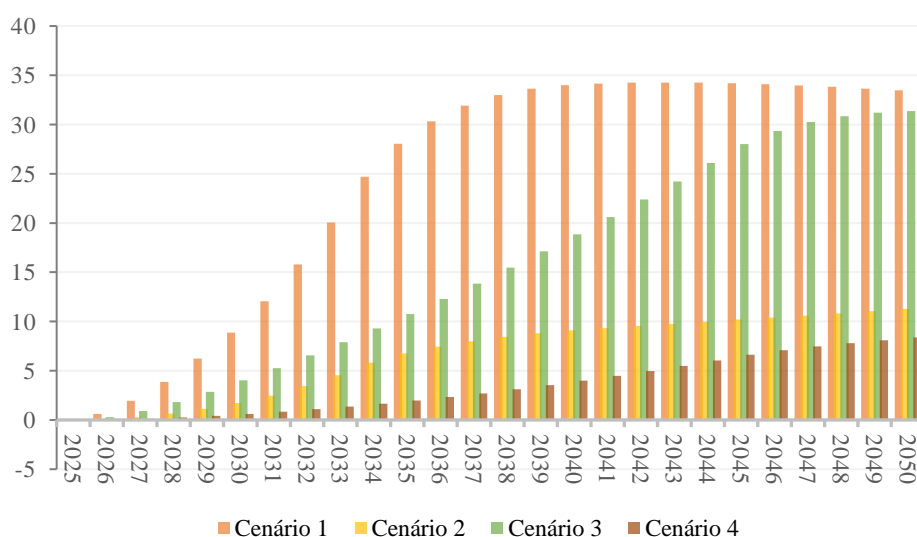
Nota: *desvio % acumulado em relação ao cenário-base.

Os choques que apresentaram melhores resultados sobre esse elemento econômico foram aqueles direcionados à aumentar o gasto público com educação pública. Logo, estímulos nesse setor se refletem nas atividades ligadas à inovação no país. Observa-se ainda que, embora o primeiro cenário de simulação apresente inicialmente os melhores resultados e uma trajetória ascendente nas variações previstas de P&D até 2033, a partir desse ponto ocorre uma queda, tornando-se, no longo prazo, menos favorável do que o terceiro cenário. Essa redução começa a ocorrer imediatamente após o último choque implementado, sinalizando que esse intenso incentivo provocado por políticas de investimento educacional imposta em um intervalo restrito de tempo pode ocorrer de forma pouco equilibrada e perene. Desse modo, constata-se que para o cenário 3, dado o horizonte temporal maior no qual estão distribuídos os choques, os efeitos sobre os investimentos em P&D também se distribuem de forma mais suave ao longo do tempo.

Os resultados dos demais cenários, referentes a choques de subsídio sobre o setor educacional privado, apesar de se mostrarem menos proeminentes, também geram efeitos positivos sobre o investimento em P&D. Isso ocorre porque a educação privada produz uma pequena parcela de P&D no Brasil. Apesar disso, pode ser observado que esses dois cenários seguem trajetórias semelhantes às aquelas apresentadas pelas simulações anteriores de mesmo horizonte temporal, porém apresentam tendências mais constantes em direção ao longo prazo.

Ao avaliar as mudanças nos estoques acumulados de capital de conhecimento em relação a *baseline*, exibidas no Gráfico 4, verifica-se que no primeiro cenário, os desvios relativos crescem de forma gradual até 2034, a partir de quando passam a ter um crescimento suave, até se manterem constantes. Já no terceiro cenário essa variação positiva ocorre em menor magnitude, mas de forma contínua. Como esperado, os cenários 2 e 4, apresentam menores taxas de variação no estoque de capital de conhecimento do que aqueles em que os choques são na educação pública. Todavia, o segundo cenário, em que os subsídios à educação pública são implementados até 2034, possui mais estoques de conhecimento projetados do que aquele em que são distribuídos uniformemente até 2044 (cenário 3).

Gráfico 4 - Projeção de variação no estoque de capital de conhecimento no Brasil*



Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: *desvio % acumulado em relação ao cenário-base.

Em uma visão setorial, mostrada na Tabela 4, observa-se que para os quatro cenários simulados, tanto os investimentos em P&D como o estoque de capital de conhecimento se

destacam preponderantemente no setor de serviços. Isso está associado ao fato que ocorre uma expansão diretamente concentrada no setor de educação, além de efeitos positivos em outras atividades intensivas na produção e demanda de capital de conhecimento, como aquelas ligadas à informação e informática, por exemplo. Logo, uma expansão nos serviços educacionais, via ensino público ou privado, estimula o aumento da quantidade de trabalhadores altamente qualificados na economia brasileira, levando a maiores investimentos e conseqüentemente maior acumulação desse tipo de capital para os setores que o demandam de forma mais intensa.

Por outro lado, condizente com o que já foi observado nos resultados agregados das simulações, constata-se que políticas de expansão dos gastos do governo com educação pública se mostram mais efetivas sobre a produção de P&D e capital de conhecimento em todos os grandes setores da economia, mesmo nos que apresentam menos intensidade tecnológica, do que aquelas em que são dados subsídios públicos ao ensino privado. Nos cenários 2 e 4, que correspondem aos choques de subsídios na educação privada, destacam-se os resultados negativos, em variações percentuais, especialmente sobre o setor agropecuário, além do pequeno ou negativo efeito também gerado sobre a indústria, ainda que em menor escala.

Em relação aos efeitos temporais nas simulações dos cenários para os grandes setores da economia, é observado que, em todos os casos, os resultados tendem a ser mais intensos no acumulado dos períodos em que os choques são efetivamente realizados, embora os efeitos das políticas continuem se refletindo nos anos posteriores.

Tabela 4 - Projeção de variações setoriais dos investimentos em P&D e estoque de capital de conhecimento*

	Cenário 1					
	2025-2034		2025-2044		2025-2050	
	P&D	Conhecimento	P&D	Conhecimento	P&D	Conhecimento
Agropecuária	-1,24	0,61	4,56	5,34	3,76	2,59
Indústria	2,59	2,66	6,77	3,57	4,35	2,3
Serviços	28,77	50,31	39,32	36,87	38,87	35,28
	Cenário 2					
	2025-2034		2025-2044		2025-2050	
	P&D	Conhecimento	P&D	Conhecimento	P&D	Conhecimento
Agropecuária	-2,51	-3,74	-1,2	-1,05	-1,66	-2,34
Indústria	-0,19	-0,45	1,47	0,94	-0,18	0,45
Serviços	6,96	12,59	-0,25	11,95	-1,47	13,99
	Cenário 3					
	2025-2034		2025-2044		2025-2050	
	P&D	Conhecimento	P&D	Conhecimento	P&D	Conhecimento
Agropecuária	-0,21	0,77	2,06	3,72	4,06	3,21
Indústria	0,47	2,82	3,39	4,9	4,04	4,76
Serviços	10,96	20,3	30,38	42,64	36,53	35,63
	Cenário 4					
	2025-2034		2025-2044		2025-2050	
	P&D	Conhecimento	P&D	Conhecimento	P&D	Conhecimento
Agropecuária	-0,77	-1,32	-1,55	-1,93	-1,33	-1,9
Indústria	-0,62	-0,43	-0,03	0,52	0,32	0,61
Serviços	2,09	4,04	7,21	10,57	9,93	11,28

Fonte: Elaboração própria, a partir dos resultados da pesquisa.

Nota: *desvio % acumulado em relação ao cenário-base.

6. Considerações finais

Com base na inter-relação discutida pela literatura econômica sobre a educação e a formação e acumulação de capital humano e de conhecimento, e suas repercussões, tanto no mercado de trabalho quanto em outros aspectos da economia nacional, buscou-se avaliar neste estudo os efeitos econômicos de políticas de expansão do investimento público nos setores educacionais público e privado.

Em relação aos principais indicadores macroeconômicos, os resultados das simulações indicaram que são os cenários em que se supõem a ampliação das despesas do governo com educação pública que propiciam maior crescimento econômico no período projetado pelo modelo, de 2024 a 2050, representado pela variação positiva do PIB em relação ao cenário de referência. Conforme as projeções, esse crescimento da economia sob tais cenários é impulsionado principalmente pelo investimento total, componente do PIB, ligado, em especial, ao fomento da educação pública ao investimento em P&D. Por outro lado, os efeitos macroeconômicos previstos foram menores nos cenários de subsídios à educação privada.

Nas análises sobre o mercado de trabalho, observou-se que todos os cenários simulados provocaram impactos expressivos sobre o emprego total de trabalhadores economia brasileira. Além disso, foram observados efeitos positivos sobre a ampliação do uso do trabalho altamente qualificado (medido em horas) na produção econômica do país, reiterando a importância de políticas de expansão do investimento público em educação, seja ele direcionado ao setor educacional público ou privado. Verificou-se ainda que esses efeitos tendem a se acomodar em uma trajetória suave quando distribuídos em um maior horizonte temporal.

Embora as políticas de investimento público em educação impactem o emprego e o trabalho efetivo, as políticas de subsídios à educação privada se mostraram mais eficientes sobre crescimento do estoque de capital humano, representado pelos trabalhadores qualificados. Possivelmente, isso está atrelado a grande oferta de vagas no ensino superior privado no Brasil, responsáveis pelo maior número de matrículas de estudantes nesse nível. Já os repasses à educação pública foram mais eficientes sobre os investimentos em P&D e a acumulação de capital de conhecimento, ressaltando sua importância sobre o eixo tecnológico do país.

Esses resultados enfatizam que a expansão dos gastos do governo em educação impactam vários aspectos da economia, especialmente a acumulação de capital humano e de capital de conhecimento. Eles indicam que o caminho a ser seguido no Brasil pode estar relacionado à adoção de políticas combinadas entre os setores educacionais público e privado.

Referências

ALMEIDA, A. N. Elasticidades renda e preços: análise do consumo familiar a partir dos dados da POF 2008/2009. Texto para discussão Nereus 04-2011. São Paulo: NEREUS, 2011. 29 p.

ARMINGTON, P. A theory of demand for products distinguished by place of production. Staff Papers (International Monetary Fund), vol. 16, n. 1 pp. 159-178, mar. 1969.

BALMA, L.; ILBOUDO, W. F. A.; OUATTARA, A.; KABORE, R.; ZERBO, K.; KABORE, S. T. Public Education Spending and Poverty in Burkina Faso: A Computable General Equilibrium Approach. European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences, n. 44, p. 117-138, 2012.

BARROS, A. DA S. X. B. Expansão da educação superior no Brasil: limites e possibilidades. Educação & Sociedade, v. 36, n. 131, p. 361-390, 2015.

BECKER, G. S. Human capital: A theoretical and empirical analysis. NBER, 1974.

BECKER, G. S. Investment in Human Capital: A Theoretical Analysis. Journal of Political Economy, v. 70, n. 5, p. 9-49, out. 1962.

BETARELLI JUNIOR, A. A.; FARIA, W. R. R.; MONTENEGRO, L. G.; BAHIA, D. S.; GONÇALVES, Eduardo. Research and development, productive structure and economic effects: Assessing the role of public financing in Brazil. Economic Modelling, v. 90, p. 325-253, 2020.

BRASIL. Estratégia federal de desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. Decreto nº 10.531, de 26 de outubro de 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10531.htm. Acesso em: 5 dez. 2024.

CARDOSO, D. F. Capital e Trabalho no Brasil no Século XXI: O impacto de políticas de transferência e de tributação sobre desigualdade, consumo e estrutura produtiva. 2016. 274 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

CHAKRABORTY, B.; GUPTA, M. R. A Note on the Inclusion of Human Capital in the Lucas Model. *International Journal of Business and Economics*, v.5, n. 33, p. 211-224, 2006.

CHEVALIER, A.; HARMON, C.; WALKER, I.; ZHU, Y. Does Education Raise Productivity, or Just Reflect It? *The Economic Journal*, v. 114, p. 499-517, nov. 2004.

CLOUTIER, M.-H.; COCKBURN, J.; DECALUWÉ, B. Education and Poverty in Vietnam: a Computable General Equilibrium Analysis. Working Paper 08-04. Centre Interuniversitaire sur le Risque, les Politiques Économiques et l'Emploi (CIRPÉE), 2008.

CURY, C. R. J. A Educação Escolar e a Rede Rrivada: Concessão e Autorização. *Movimento-Revista de Educação*, n. 5, p. 108–140, 2017.

DOMINGUES, E. P. Dimensão regional e setorial da integração brasileira na Área de Livre Comércio das Américas. 2002. 222 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA/USP), São Paulo, 2002.

EHRlich, I.; MURPHY, K. M. Why Does Human Capital Need a Journal? *Journal of Human Capital*, v. 1, n. 1, 2007.

GAREN, J. The Returns to Schooling: A Selectivity Bias Approach with a Continuous Choice Variable. *Econometrica*, v. 52, n. 5, p. 1199–1218, 1984.

GIRALDO, I.; ARGÜELLO, R.; HERRERA, N. Commodity Booms, Human Capital, and Economic Growth: An Application to Colombia. Working Papers MPIA 2019-12, PEP-MPIA, 2019.

HECKMAN, J. J. Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica - Journal of The Econometric Society*, v. 47, n. 1, p. 153-161, jan. 1979.

HOFFMANN, R. Estimativas das elasticidades-renda de várias categorias de despesa e de consumo, especialmente alimentos, no Brasil com base na POF de 2008, 2009. *Economia Aplicada*, v.57, n.2, p. 49-57, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). SNC – Sistema de Contas Nacionais. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9052-sistema-de-contas-nacionais-brasil.html>. Acesso em: 5 dez. 2024

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Relatório do 4o ciclo de monitoramento das metas do Plano Nacional de Educação - 2022. Brasília: Inep, 2022. 1148 p. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/plano_nacional_de_educacao/relatorio_do_quarto_ciclo_de_monitoramento_das_metas_do_plano_nacional_de_educacao.pdf. Acesso em: 5 dez. 2024

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Novo Painel de Monitoramento do Plano Nacional de Educação – PNE. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNWVmODFmZjUtYTJRjYy00ZTgzLTk4YTMtOWU5MTA0ZGJhM2I3IiwidCI6I2ZjczODk3LWVhNGMwNzc0MzRiZiJ9>. Acesso em: 5 dez. 2024

JONES, C. I. Introdução à Teoria do Crescimento Econômico. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2000.

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

KARIM, M.; EL MOUSSAOUI, M. Education and Poverty in Morocco: A Computable General Equilibrium Micro-simulation Analysis. *Journal of Economics and Public Finance*, v. 6, n. 1, p. 116–144, 2020.

KASSOUF, A. L. The Wage Rate Estimation Using the Heckman Procedure. *Brazilian Review of Econometrics*, v. 14, n. 1, p. 89–107, 1994.

KIM, E.; HEWINGS, G. J. D.; LEE, C. Impact of educational investments on economic losses from population ageing using an interregional CGE-population model. *Economic Modelling*, v. 54, p. 126–138, 2016.

LUCAS, R. E. On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, v. 22, p. 3–42, 1988.

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 107, n. 2, p. 407-437, mai. 1992.

MARDONES, C. An Income Tax Increase to Fund Higher Education: A CGE Analysis for Chile. *Economic Systems Research*, v. 27, n. 3, p. 324-344, set. 2015.

- MARTINS, M. A. Lei de informática, sistema produtivo e efeitos econômicos: uma análise das diretrizes requisitadas pela OMC no Brasil. 2021. 102 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2021.
- MINCER, J. Investment in Human Capital and Personal Income Distribution. *Journal of Political Economy*, v. 66, n. 4, p. 281-302, ago. 1958.
- MINCER, J. On-the-Job Training: Costs, Returns, and Some Implications. *Journal of Political Economy*, v. 70, n. 5, p. 50-79, out. 1962.
- MINCER, J. Schooling, Experience, and Earnings. National Bureau of Economic Research, 1974.
- MOHAMMED, Z. E. H. Depicting vocational education and training system in computable general equilibrium models. 2021. 320 f. Tese (Doutorado) – Humboldt-Universität zu Berlin, 2021.
- OJHA, V. 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.
- OECD. Education at a Glance 2024 - Country Note: Brazil. Paris: OECD Publishing, 2024. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2024-country-notes_fab77ef0-en/brazil_eea51596-en.html. Acesso em: 5 out. 2024.
- PROQUE, A. L. Estrutura produtiva, renda e consumo: os efeitos econômicos da CIDE e contrapartidas ao transporte rodoviário de passageiros no Brasil. 2019. 269 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.
- RAO, M. ORANI-ED: A CGE Model of the Australian Economy for Labour Market Forecasting and Education and Training Sector Policy Analysis. 2011. 366 f. Tese (Doutorado em Economia)- Monash University, 2011.
- ROMER, P. Increasing Returns and Long-Run Growth. *The Journal of Political Economy*, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, out. 1986.
- ROMER, P. M. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, v. 98, n. 5, p. S71–S102, 1990.
- SCHULTZ, T. W. Capital Formation by Education. *Journal of Political Economy*, v. 68, n. 6, p. 571-583, 1960.
- SCHULTZ, T. W. Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, v. 51, n. 1, p. 1-17, mar. 1961.
- SCHULTZ, T. W. Investment in Man: An Economist's View. *The Social Service Review*, v. 33, n. 2, p. 109-117, jun. 1959.
- SCHULTZ, T. W. The economic value of education. Columbia: Columbia University Press, 1963.
- SCHUTT, F. The Importance of Human Capital for Economic Growth. (Working Paper). Institute for World Economics and International Management, 2003.
- SIANESI, B.; VAN REENEN, J. The Returns to Education: Macroeconomics. *Journal of Economic Surveys*, v. 17, n. 2p. 157-200, abr. 2003.
- SILVEIRA, G. F.; GOMES, M. F. M.; LIMA, J. E.; SILVA, J. M. A. Retornos da escolaridade no Brasil e regiões. *Gestão & Regionalidade*, v. 31, n. 91, p. 17–32, 2015.
- SOUZA, K. B. Impactos econômicos da participação da mulher no mercado de trabalho brasileiro: uma análise de equilíbrio geral. 2015. 160 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- TAFNER, P. Educação Básica no Brasil: Evolução Recente, Fragilidades, Impasses e Desafios. In: DE NEGRI, J. A.; ARAÚJO, B. C.; BACELETTE, R. (Eds.). . Desafios da Nação: artigos de apoio, volume 2. Brasília: Ipea, 2018. p. 287–330.
- TOURINHO, O. A. F. ; KUME, H.; PEDROSO, A. C. S. Elasticidades de Armington para o Brasil: 1986-2002. *Revista Brasileira de Economia*, v. 61, n. 2, p. 245-267, 2007.
- VERBIČ, M.; MAJCEN, B.; ČOK, M. Education and Economic Growth in Slovenia: A Dynamic General Equilibrium Approach with Endogenous Growth. *Ekonomický časopis*, v. 62, n. 1, p. 19–45, 2014.
- WOOLDRIDGE, J. M. Introdução à econometria: uma abordagem moderna. Tradução d ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.
- YEO, Y.; LEE, J. Revitalizing the race between technology and education: Investigating the growth strategy for the knowledge-based economy based on a CGE analysis. *Technology in Society*, v. 62, p. 1-19, ago. 2020.

ANEXO I - Estimativas econométricas da equação minceriana de ganhos

	Variável dependente: <i>ln</i> Renda		
	Esc 1	Esc 2	Esc 3
Escolaridade	0,103*** (-0,001)	0,159*** (-0,009)	0,201*** (-0,019)
Experiência	0,016*** (-0,0003)	0,028*** (-0,0004)	0,039*** (-0,001)
(Experiência) ²	-0,0004*** (-0,00001)	-0,0004*** (-0,00002)	-0,001*** (-0,00002)
Sexo	-0,615*** (-0,009)	-0,548*** (-0,009)	-0,466*** (-0,011)
Cor	0,120*** (-0,003)	0,118*** (-0,003)	0,187*** (-0,004)
Chefe de família	0,061*** (-0,003)	0,066*** (-0,003)	0,088*** (-0,004)
Região metropolitana	0,162*** (-0,003)	0,130*** (-0,003)	0,296*** (-0,004)
Nordeste	-0,330*** (-0,004)	-0,186*** (-0,004)	-0,118*** (-0,006)
Sudeste	0,250*** (-0,004)	0,187*** (-0,004)	0,119*** (-0,006)
Sul	0,412*** (-0,004)	0,304*** (-0,005)	0,119*** (-0,006)
Centro-Oeste	0,386*** (-0,005)	0,277*** (0,005)	0,207*** (-0,007)
Subeducados	0,178*** (-0,003)	0,214*** (-0,007)	0,212*** (-0,015)
Sobre educados	-0,477*** (-0,016)	-0,299*** (-0,004)	-0,423*** (-0,004)
Indústria	0,308*** (-0,01)	0,335*** (-0,126)	-0,615** (-0,305)
Construção	0,610*** (-0,008)	0,095 (-0,13)	-0,335 (-0,348)
Comércio	0,411*** (-0,01)	0,495*** (-0,121)	-0,204 (-0,302)
Transporte	0,479*** (-0,015)	0,901*** (-0,14)	0,087 (-0,326)
Alimentação	0,495*** (-0,015)	1,026*** (-0,144)	-0,06 (-0,341)
Informação	0,589*** (-0,013)	0,337** (-0,132)	-0,762** (-0,301)
Administração pública	0,792*** (-0,014)	0,161 (-0,151)	-1,219*** (-0,301)
Educação e saúde	0,942*** (-0,015)	0,524*** (-0,132)	-1,397*** (-0,298)
Outros serviços	0,241***	0,355**	-0,387

	(-0,021)	(-0,161)	(-0,324)
Serviços domésticos	0,363***	-0,14	2,004***
	(-0,009)	(-0,136)	(-0,412)
Atividades mal definidas	0,268**	1,162	-0,027
	(-0,122)	(-1,451)	(-1,653)
(Ind x Esc)	-0,020***	-0,020*	0,043**
	(-0,002)	(-0,011)	(-0,02)
(Constru x Esc)	-0,054***	0,006	0,023
	(-0,001)	(-0,011)	(-0,023)
(Com x Esc)	-0,026***	-0,032***	0,008
	(-0,002)	(-0,01)	(-0,02)
(Transp x Esc)	-0,022***	-0,061***	-0,01
	(-0,002)	(-0,012)	(-0,021)
(Alim x Esc)	-0,031***	-0,081***	-0,003
	(-0,002)	(-0,012)	(-0,022)
(Info x Esc)	-0,052***	-0,016	0,046**
	(-0,002)	(-0,011)	(-0,02)
(Adm Pub x Esc)	-0,058***	0,01	0,086***
	(-0,002)	(-0,013)	(-0,02)
(Educ x Esc)	-0,073***	-0,033***	0,079***
	(-0,002)	(-0,011)	(-0,019)
(Out. Serv x Esc)	-0,019***	-0,033***	0,007
	(-0,003)	(-0,014)	(-0,021)
(Serv. Dom. X Esc)	-0,039***	0,008	-0,174***
	(-0,002)	(-0,012)	(-0,027)
(Atv mal def x Esc)	-0,066***	-0,109	-0,012
	(-0,019)	(-0,122)	(-0,107)
λ	0,140***	0,301***	0,281***
	(-0,018)	(-0,023)	(-0,035)
Constante	5,755***	4,964***	4,594***
	(-0,011)	(-0,108)	(-0,293)
Nº de observações:	394.333	172.236	280.958

Fonte: Elaboração própria.

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