

# PRODUTIVIDADE E TRANSIÇÃO DEMOGRÁFICA: LIMITES PARA A RECUPERAÇÃO DA ECONOMIA BRASILEIRA NO PERÍODO PÓS-PANDEMIA

Bruno Wroblevski<sup>1</sup>  
Kênia Barreiro de Souza<sup>2</sup>  
Terciane Sabadini Carvalho<sup>3</sup>

## RESUMO

A relação entre a alteração na estrutura demográfica de uma população e a oferta de trabalho é uma temática recorrente na literatura. Contudo, seus prováveis impactos econômicos são ainda incertos, sobretudo quando se considera as particularidades dos países em desenvolvimento, como o Brasil. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma avaliação do crescimento da economia brasileira no período pós-pandemia de COVID-19 considerando projeções de restrição de mão de obra a partir do cenário de transição demográfica. A simulação foi implementada usando um modelo inter-regional dinâmico de Equilíbrio Geral Computável (EGC) denominado TERM-UF. Os resultados apontam que a redução da oferta de trabalho na economia brasileira acarreta mudanças nos padrões de demanda agregada e setorial, levando a um menor crescimento econômico, maior custo do trabalho e menor produção da economia como um todo. Os resultados também apresentam efeitos diversos de acordo com a região de análise. Os estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Piauí foram os estados com a maior redução de oferta de trabalho projetada no período, e conseqüentemente, com o maior desvio acumulado negativo de seu produto regional em 2060, que pode chegar a 10,11%.

**Palavras-chave:** Transição demográfica; Oferta de Trabalho; Equilíbrio geral computável; Países em desenvolvimento.

## ABSTRACT

The relationship between changes in the demographic structure of a population and the supply of jobs is a recurring theme in the literature. However, its probable psychological impacts are still uncertain, especially when considering the particularities of developing countries, such as Brazil. In this context, the present study aims to carry out an assessment of the growth of the Brazilian economy in the post-COVID-19 pandemic period, considering projections of labor restriction based on the demographic transition scenario. The simulation was integrated using a dynamic interregional Computable General Equilibrium (CGE) model called TERM-UF. The results indicate that the reduction in the labor supply in the Brazilian economy leads to changes in aggregate and sectoral demand patterns, leading to lower economic growth, higher labor costs and lower production in the economy as a whole. The results also show different effects according to the region of analysis. The states of Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe and Piauí were the states with the greatest reduction in projected labor supply in the period, and consequently, with the greatest accumulated negative deviation of their regional product in 2060, which may reach 10.11%.

**Keywords:** Ageing population; Labour Supply; Computable general equilibrium; Less developed countries.

**Classificação JEL:** J11, J21. **Área 5:** Crescimento econômico e desenvolvimento regional.

---

<sup>1</sup>Doutorando em Desenvolvimento Econômico pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: wroblevski.bruno@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutora em Economia – CEDEPLAR/UFMG e professora da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: keniadesouza@gmail.com.

<sup>3</sup> Doutora em Economia – CEDEPLAR/UFMG e professora da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: tersabadini@gmail.com.

## 1 INTRODUÇÃO

Assim como outros países do mundo, o Brasil tem passado por alterações em sua estrutura demográfica nos últimos anos. Essas mudanças são, em grande parte, consequência do processo de transição demográfica que está associado à redução das taxas de natalidade e mortalidade observadas em diversas economias a partir de meados do século XIX (BLOOM et al., 2010; VASCONCELOS; GOMES, 2012; NAGARAJAN; TEIXEIRA; SILVA, 2017). Segundo projeções do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por exemplo, a população brasileira deve alcançar seu pico em 2047 – cerca de 233,2 milhões de pessoas, e começará a reduzir gradualmente, alcançando 228,3 milhões de indivíduos em 2060. Além disso, a projeção da População em Idade Ativa (PIA)<sup>4</sup> indica o crescimento desse grupo até 2042, quando atingirá cerca de 174 milhões de pessoas. Contudo, a projeção também aponta um declínio gradual da PIA, alcançando 160,8 milhões de indivíduos em 2060 – uma redução de, aproximadamente, 8% no período (IBGE, 2018)<sup>5</sup>.

Estudos mostram que as mudanças na estrutura demográfica de um país podem impactar seu crescimento e desenvolvimento econômico por meio de diferentes mecanismos (FOUGERE; HARVEY, 2007; BLOOM et al., 2010; FERREIRA; SANTOS, 2020). Consequentemente, em termos de pesquisa, a transição demográfica suscita diferentes discussões na literatura – tais como seus impactos na previdência social e finanças públicas, nos padrões de consumo, na demanda por saúde pública e educação e, sobretudo, no mercado de trabalho, visto que influencia diretamente a disponibilidade de mão de obra. Nesse sentido, estudos direcionados especificamente ao mercado de trabalho como Peng (2008), Pappas e Nikos (2008), Maestas et al (2016), Liu e McKibbin (2022) e Zuo et al. (2022) sugerem que, no contexto de transformações populacionais, um dos importantes canais que impactam e limitam o crescimento econômico de um país ocorre via restrição da oferta de trabalho.

Nesse contexto, outros trabalhos complementam que, se por um lado a redução da força de trabalho se coloca como uma restrição para o crescimento econômico, por outro, um dos canais para a sustentabilidade e elevação da renda é, justamente, a elevação da produtividade do trabalho (FOUGERE; HARVEY, 2006; PENG, 2008; AMARANTE; COLACCE; MANZI, 2021; LIU; MCKIBBIN, 2022; ZUO et al.; 2022). Isso porque grupos etários jovens e idosos, considerados como "dependentes", podem consumir mais recursos do que contribuir com seu trabalho. Dessa forma, aumentar a produtividade do trabalho pode, dentre outros vários fatores, minimizar o impacto negativo de uma restrição de oferta de trabalho na economia (MASON; LEE 2022).

Tal discussão é, sobretudo, relevante no Brasil que, historicamente, é caracterizado como uma economia de baixa produtividade do trabalho em comparação a outros países pares. Negri e Cavalcanti (2014) destacaram a caracterização do Brasil como um país de baixa produtividade desde a década de 1980, ainda que contasse com alguns anos de estagnação e até mesmo de crescimento, porém de curta duração. Os autores também avaliaram que apesar de ter ocorrido um aumento no crescimento da produção acompanhado por um aumento na produtividade no país nos anos 2000, a crise financeira de 2008 interrompeu esse quadro positivo. Além disso, na década de 2010, o Brasil ainda experimentou um cenário de baixo crescimento com produtividade estagnada.

Nesse contexto, uma questão relevante e atual é compreender como conciliar o crescimento econômico no Brasil nos próximos anos diante da iminente redução da oferta de

---

<sup>4</sup> Pessoas que estão em idade para trabalhar, entre 15 e 64 anos.

<sup>5</sup> Tais movimentos demográficos podem ser vistos em detalhe na Figura 1, em anexo, que apresenta variação percentual anual das projeções da população em idade ativa e total no Brasil no período de 2010 a 2060.

trabalho. Assim, esse estudo tem como objetivo projetar e caracterizar o impacto econômico da redução da oferta de trabalho ao longo das próximas décadas, por meio de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC). Para tanto, a partir das projeções da população disponibilizadas pelo IBGE será investigado o impacto da redução da oferta de mão de obra devido às mudanças na estrutura demográfica.

Esse estudo contribui à literatura nacional em diferentes sentidos. O primeiro é utilizar o modelo de EGC denominado TERM-UF, que permite analisar o efeito da redução da oferta de trabalho considerando as especificidades regionais com o recorte espacial para as Unidades Federativas (UFs) brasileiras. Para Fougere e Harvey (2006) e Poot (2008), a mudança da estrutura etária regional pode ser mais rápida e diversificada que a observada no nível nacional e, conseqüentemente, ter um impacto significativo diferenciado na competitividade daquela região e regiões interdependentes. Além disso, a partir da análise de equilíbrio geral, será possível entender o efeito da restrição de mão de obra a partir de uma perspectiva mais ampla em relação a um estudo de equilíbrio parcial, visto que se considera o efeito sistêmico decorrente das interações e interdependências de diferentes setores e agentes da economia, contribuindo para um planejamento e desenvolvimento de políticas públicas mais abrangentes. Por fim, a literatura conduzida para essa temática para os países em desenvolvimento é escassa, sobretudo no âmbito subnacional.

Além desta introdução, o artigo está dividido em mais quatro seções. A seção 2 apresenta uma revisão da literatura empírica acerca dos estudos de avaliação do impacto econômico da redução de oferta com ênfase para aqueles baseados na modelagem EGC. A seção 3 apresenta a metodologia e a base de dados utilizadas no estudo. Na seção 4, apresentam-se as simulações e a discussões do trabalho. Por fim, as considerações finais estão apresentadas na seção 5.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

Globalmente, os padrões de transição demográfica e, conseqüentemente, envelhecimento populacional e redução da força de trabalho têm se mostrado bastante divergentes entre os países. Nos países europeus e asiáticos, esse movimento foi observado mais cedo. Enquanto na América Latina, a tendência com a qual os países estão enfrentando uma inversão em sua estrutura etária foi colocada em evidência posteriormente e constitui uma questão atual de preocupação dos formuladores de políticas públicas visto que, um ponto em comum dos estudos conduzidos nessa temática, é de que mudanças da estrutura etária de uma população têm um impacto significativo no futuro do desenvolvimento econômico e social das economias (BLOOM et al., 2010; NAGARAJAN; TEIXEIRA; SILVA, 2017; AMARANTE; COLACCE; MANZI, 2021).

Nesse sentido, discute-se, nesta seção, os estudos conduzidos pela literatura nesta temática destacando tanto aqueles que utilizaram a metodologia de Equilíbrio Geral Computável (EGC) quanto os estudos destinados aos países em desenvolvimento. De modo geral, pode-se destacar que, por meio da abordagem de EGC, os estudos basearam-se na análise da estrutura e interdependência dos setores e suas interações econômicas em um país ou região para avaliar os impactos macroeconômicos e setoriais causados por um choque de oferta como, por exemplo, a restrição da oferta de trabalho derivada de um contexto de transição demográfica (FOUGERE; HARVEY, 2006; PENG, 2008; PAPPAS, 2008; LISENKEVA et al., 2010; ZUO et al., 2022; LIU; MCKIBBIN, 2022).

Entre os trabalhos mencionados, Fougere e Harvey (2006) destacaram que, embora o Canadá seja um país com um processo de envelhecimento mais lento quando comparado à países pares, a intensidade das mudanças demográficas projetadas era assimétrica entre as regiões. Nesse sentido, os autores utilizaram um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) regional

dinâmico para entender o impacto da redução da oferta de trabalho considerando as diferenças regionais existentes no país. Como esperado, destacou-se, no estudo, que regiões com uma maior redução da força de trabalho possuem suas economias mais severamente afetadas quando analisado, por exemplo, o indicador do Produto Interno Bruto (PIB) regional. Ademais, o choque demográfico também acarretou um aumento do indicador de uso de capital físico que, segundo os autores, pode contribuir, no longo prazo, para elevar a produtividade e compensar parcialmente a restrição de oferta de trabalho observada nas regiões.

Por sua vez, Peng (2008) analisou os efeitos do envelhecimento populacional e o crescimento da economia chinesa também utilizando um modelo nacional de Equilíbrio Geral Computável (EGC). O autor encontrou que o declínio da oferta de trabalho juntamente com a desaceleração da formação de capital, faz com que a relação capital/trabalho aumente. Esse aumento reduziu o produto marginal do capital em relação ao produto marginal do trabalho. Consequentemente, os salários reais aumentam alterando a estrutura de custos do produtor e, também, a demanda por novos investimentos. O autor apontou a consistência de seus resultados com os pressupostos da teoria de crescimento neoclássica e sugeriu, assim como apontado por Fougere e Harvey (2006), que para o crescimento econômico ser sustentável no longo prazo, em meio ao processo de envelhecimento da população e restrição de mão de obra, é necessário que o país melhore a sua produtividade.

Em um trabalho conduzido para a Grécia, Pappas (2008) investigou os efeitos do envelhecimento da população e suas consequências no mercado de trabalho utilizando a estrutura de um modelo EGC. Os autores concluíram que, se as tendências demográficas atuais de envelhecimento da população e redução da força de trabalho continuarem haverá, pelo efeito sistêmico do modelo, um impacto negativo sobre a atividade econômica, com redução do Produto Interno Bruto (PIB), aumento do salário real e redução do emprego. Além disso, o estudo destacou a importância da imigração para absorver o impacto negativo derivado da restrição de mão de obra. Volz (2008), também pela análise de equilíbrio geral, procurou analisar os impactos setoriais do envelhecimento populacional tanto pelo lado da escassez de oferta de mão de obra quanto pela mudança na demanda agregada setorial do consumidor na Alemanha. As descobertas deste estudo são semelhantes aos resultados apresentados em Fougere e Harvey (2006), sendo Saúde e Educação os dois setores mais afetados.

Alinhado com o estudo de Pappas (2008), o trabalho realizado Lisenkova et al. (2010) também destacou, para a Escócia, que a migração pode minimizar os efeitos negativos de uma redução da força de trabalho local. Além disso, buscaram quantificar o impacto da escassez de mão de obra sobre indicadores econômicos, como Produto Interno Bruto (PIB), emprego e exportações e, também, setoriais utilizando as projeções da estrutura demográfica da população escocesa no período de 2006 a 2100. Segundo os autores, os resultados sugeriram que ocorre um impacto negativo no PIB e emprego, uma redução exportações decorrentes pela queda da competitividade que acompanha o aumento da estrutura de custos de produção. Tal aumento, por sua vez, ocorre pelo novo equilíbrio do mercado dada a restrição de mão de obra, com aumento do salário real.

Buscando entender o impacto econômico do declínio populacional na economia do Japão entre 2010 e 2040 bem como suas implicações em nível regional, Kotogonaka e Okiyama (2020) utilizaram um modelo de EGC dinâmico considerando seis regiões do Japão. Por meio da simulação de uma redução da força de trabalho, sem melhoria da produtividade, os autores destacaram um crescimento mínimo da economia japonesa no curto prazo, com impactos negativos a partir de 2030. No entanto, segundo os autores, as perdas econômicas podem ser minimizadas se forem tomadas políticas para aumentar tanto a produtividade quanto os subsídios à produção para criar um volume de produção necessário para atender às necessidades domésticas e de demanda externa, o que denominaram de “Estratégia de Revitalização do

Japão”. Além disso, os autores analisaram que a diminuição da mão de obra afeta setores específicos, como habitação, saúde e educação – intensivos em mão de obra.

Outro estudo com resultado similar, desenvolvido mais recentemente para a economia chinesa, foi realizado por Zuo et al. (2022). Os autores utilizaram um modelo de equilíbrio geral computável com dinâmica recursiva para projetar a trajetória de crescimento econômico da China no período de 2019 a 2100 considerando o impacto da transição demográfica tanto via oferta, a partir da redução da oferta de trabalho, quanto via demanda, por meio do dimensionamento das alterações de consumo derivadas do envelhecimento da população. A partir das simulações, os autores destacaram que via oferta a China precisa contar com melhorias tecnológicas e aumentos de estoque de capital para sustentar seu crescimento econômico no longo prazo. Além disso, o aumento da demanda por serviços médicos e de assistência a idosos excederá, no longo prazo, a demanda por educação, aumentando assim o déficit orçamentário do governo.

Merece destaque também o estudo feito para a economia Australiana de Liu e McKibbin (2022), em que os autores discutiram os impactos macroeconômicos e setoriais de diferentes cenários demográficos sob um quadro de equilíbrio geral. Os autores concluíram que o envelhecimento populacional terá um impacto negativo na economia australiana, reduzindo o produto e o consumo. No entanto, eles também destacaram que políticas públicas, como o aumento da imigração e o incentivo à formação de trabalhadores mais qualificados, podem ajudar a mitigar esses efeitos e a impulsionar o crescimento econômico do país no longo prazo.

Acerca das evidências dos países em desenvolvimento pode-se ressaltar o estudo de Amarante, Colacce e Manzi (2021). Os autores investigaram, a partir de uma análise econométrica, como as mudanças nas estruturas etárias de diversos países latino-americanos<sup>6</sup> poderiam afetar seu desempenho econômico no longo prazo utilizando indicadores como a oferta de trabalho, taxas de dependência e produtividade e, também, projeções populacionais para o período de 2015 a 2050. A heterogeneidade dos países latino-americanos em termos de diferenças na etapa de transição demográfica foi evidenciada no estudo. Em alguns países, a restrição da oferta de trabalho poderia ser compensada por aumentos de produtividade que só seriam alcançados por meio de mudanças substanciais na incorporação da mulher ao mercado de trabalho e, principalmente, no nível educacional da população. Em contraste, em outros países, o fator demográfico ainda seria favorável e haveria espaço para explorar as condições positivas dessa condição.

As evidências para o Brasil, assim como as análises para países em desenvolvimento são mais escassas. Pode-se citar o estudo correlato à temática de Ferreira e Santos (2020) que encontraram uma relação negativa entre a taxa de dependência – correspondente à razão entre a proporção de pessoas idosas e a população em idade ativa, e o crescimento econômico – avaliado pelo PIB per capita, utilizando modelos econométricos.

De modo geral, nota-se que entender os impactos macroeconômicos e setoriais das mudanças demográficas se faz crucial para informar políticas públicas e promover o crescimento econômico sustentável no longo prazo. Além disso, a maioria dos estudos revisados destinam-se à países desenvolvidos em que, muitas vezes, a imigração é uma política popular de estímulo à força de trabalho, existindo poucos estudos que abordam esta questão de uma perspectiva macroeconômica ou por meio de pesquisas empíricas para o Brasil.

### 3 METODOLOGIA

---

<sup>6</sup> Guatemala, Honduras, Nicarágua, Brasil, Uruguai Bolívia, Colômbia, Paraguai, Peru, Argentina, Chile, Costa Rica, Equador, Panamá, Venezuela e México.

Um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) é uma ferramenta econômica que, a partir de uma série de equações matemáticas, permite simular como os diferentes agentes e setores da economia de um país ou região, como famílias, as empresas, o governo e setor externo, interagem entre si em um sistema interdependente em que o equilíbrio de todas as variáveis é determinado simultaneamente. Tais modelos permitem que qualquer perturbação exógena ao sistema, inicialmente em equilíbrio, possa ser matematicamente dimensionada e compreendida (DIXON; JORGENSEN, 2013; BURFISHER, 2021).

Nesse sentido, com o objetivo de avaliar, para a economia brasileira, o impacto de restrição de mão de obra diante de um cenário de transição demográfica e estagnação de produtividade, a ferramenta de análise adotada é o modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) inter-regional dinâmico chamado TERM-UF proposto pelos pesquisadores do Núcleo de Desenvolvimento Urbano e Regional (NEDUR) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). O modelo TERM-UF segue a estrutura teórica de tradição australiana e a abordagem de Johansen (1960) que utiliza, em seu método de solução e representação matemática, equações lineares sendo os resultados interpretados a partir de taxas de crescimento (HORRIDGE et al., 2005).

Neste trabalho, o modelo TERM-UF foi, inicialmente, calibrado para o ano-base de 2015, utilizando as informações mais recentes da matriz insumo-produto brasileira ao nível nacional, produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e regionalizado a partir de procedimento desenvolvido por Horrridge (2006). Está especificado para 35 setores de atividades, 35 *commodities* de duas fontes - doméstica e importada e 27 regiões de destino<sup>7</sup>. Os resultados nacionais são agregações dos resultados estaduais – especificação *bottom-up* – sendo as regiões inter-relacionadas por dois setores de margens: comércio e transporte. No Quadro 1, em anexo, apresenta-se os principais agentes econômicos adotados no modelo bem como as regiões e setores considerados.

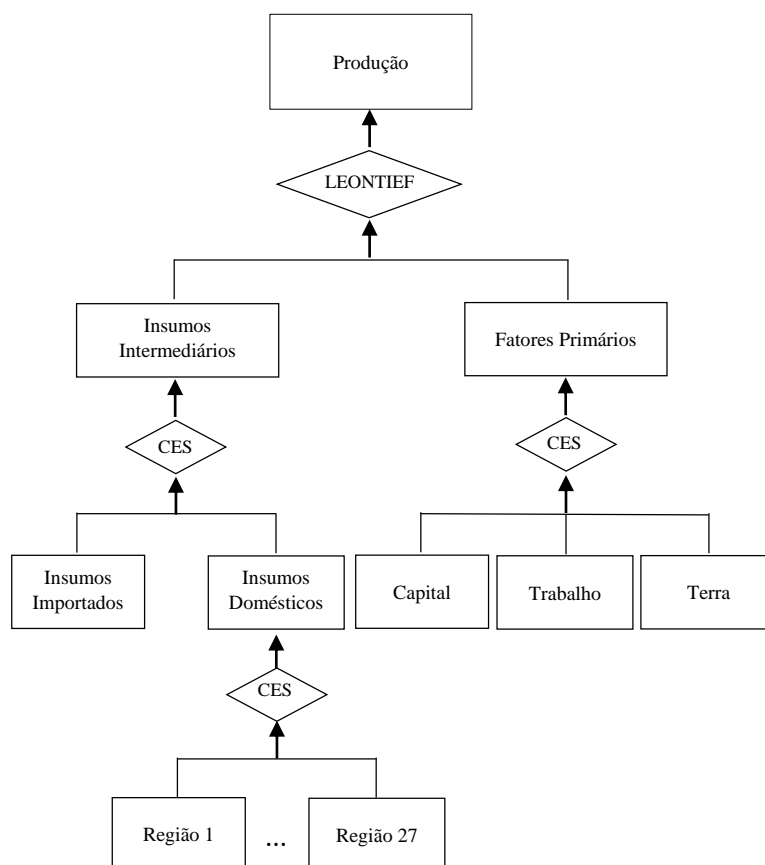
O modelo TERM-UF é composto por blocos de equações lineares que descrevem o comportamento ótimo dos agentes e definem as relações entre oferta e demanda, derivadas de hipóteses de otimização, e condições de equilíbrio de mercado. Para que o modelo possa ser solucionado matematicamente, é necessário fazer algumas suposições sobre a estrutura das funções e a economia que está sendo modelada. A especificação da produção decorre por meio de uma estrutura aninhada em três níveis (Figura 1). No primeiro estágio, cada setor opta por uma combinação de insumos intermediários, nacionais e importados, e fatores primários como trabalho, capital e terra a partir de uma especificação da função de produção do tipo Leontief, a qual implica na utilização em proporções fixas da combinação desses insumos e fatores.

Por sua vez, no segundo nível da hierarquia, ainda de acordo com a Figura 1, os insumos intermediários importados são considerados substitutos imperfeitos para aqueles produzidos domesticamente por meio de uma função do tipo *Constant Elasticity Substitution (CES)*. Do lado dos fatores primários, novamente uma função *CES* determina a quantidade requerida de cada um dos três fatores (capital, trabalho e terra). Na terceira etapa, e parte final da hierarquia, os insumos nacionais são divididos entre as diferentes regiões produtoras do país. Quando um produto é demandado de uma região para outra, margens de comércio e transporte são adicionadas a seu valor base para formar o preço de entrega. A substituição entre fornecedores de margens também segue uma função *CES*.

---

<sup>7</sup> Além de dados provenientes das matrizes insumo-produto, os modelos de EGC usam em sua calibragem estimativas de elasticidades e parâmetros, denominados de parâmetros comportamentais. Tais valores são geralmente extraídos da literatura, o que é justificado pela escassez de dados para a estimação. Os parâmetros e elasticidades do modelo TERM-UF podem ser vistos do Quadro 2, em anexo.

**Figura 1** – Estrutura de produção do modelo TERM-UF



Fonte: Elaboração própria.

O modelo conta com as famílias, investidores, governo e setor externo como demandantes finais. O tratamento da demanda das famílias no modelo TERM-UF considera que existe uma família representativa em cada região a qual as decisões de consumo baseiam-se na função de preferência cuja especificação funcional combina a função de utilidade de Stone-Geary com uma função *CES*. As famílias escolhem, inicialmente, entre bens domésticos e importados a partir uma função do tipo *CES* que parte da hipótese de Armington (1969) na diferenciação dos produtos, em que bens de diferentes origens são considerados como substitutos imperfeitos. Posteriormente, a partir função Stone-Geary, pode-se considerar o consumo total de cada composto de *commodity* em dois componentes: subsistência e de luxo. Por meio dessa função estabelece-se um nível mínimo de consumo de subsistência, no qual quantidades mínimas dos bens são adquiridas independentemente do preço do produto. Uma característica dessa função é que apenas o componente de gastos acima do nível de subsistência, ou seja, gastos em bens de luxo, afeta a utilidade (PETER et al., 1996).

Os demais usuários de demanda final são tratados como segue. A demanda do governo é considerada exógena, ou seja, não é modelada endogenamente pelo modelo a partir de uma teoria sendo que, neste trabalho, assume-se que os gastos do governo acompanham o consumo das famílias. Entretanto, a atividade do governo na produção de bens públicos, como o setor Administração Pública, é decidida pela mesma lógica de minimização de custos do setor privado. Ademais, a demanda do setor externo também é exógena, em que se assume curvas de demanda negativamente inclinadas nos preços do mercado internacional. No modelo TERM-BR, um vetor de elasticidades representa a resposta da demanda externa a alterações no preço *FOB* (*Free On Board*) das exportações. Assim, alterações no preço e na demanda por exportações possibilitam deslocamentos nas curvas de demanda.

Por fim, outro usuário da demanda final do modelo TERM-UF é representado pelos "investidores", os quais são responsáveis pela produção de novas unidades de capital, isto é, formação bruta de capital fixo. Para a criação de novas unidades de capital, os investidores na economia têm um modelo semelhante ao dos produtores, isto é, a escolha dos insumos utilizados no processo de geração de capital também ocorre por meio da minimização de custos, sujeita a uma estrutura de tecnologia hierarquizada. No primeiro nível, o bem de capital é produzido por insumos domésticos e importados, cuja combinação é especificada por uma função CES. Em seguida, um agregado do conjunto dos insumos intermediários compostos é formado pela combinação em proporções fixas – função Leontief, o que define o nível de produção do capital do setor.

Adicionalmente, acerca da dinâmica recursiva do ajuste intertemporal a qual implica em soluções sequenciais, ano a ano, o investimento e o estoque de capital seguem mecanismos de acumulação e de deslocamento intersetorial a partir de regras pré-estabelecidas, associadas à taxa esperada de depreciação e retorno do estoque de capital (DIXON e RIMMER, 2002). O modelo TERM-UF também conta possui uma especificação de dinâmica recursiva no comportamento do mercado de trabalho. O ajuste intertemporal nesse contexto envolve três variáveis principais: salário real, emprego atual e emprego tendencial. Sendo a relação entre emprego e salário real inversa. Nesse mecanismo, quando o salário real se eleva em relação ao cenário tendencial, essa taxa é proporcional ao desvio entre o crescimento da oferta de trabalho e do emprego. Desse modo, isso, enquanto o emprego estiver acima (abaixo) do nível tendencial, o desvio do salário real aumentará (reduzirá).

### 3.1 Fechamento do modelo e definição de choques

O fechamento em modelos de equilíbrio geral é um componente crucial para o processo de resolução, pois é nele que o ambiente econômico da simulação de interesse é determinado (DIXON; JORGENSON, 2013). As soluções do modelo TERM-UF requerem, inicialmente, a especificação de um cenário de referência, em que são definidos tanto um fechamento histórico, quando atribui-se, no modelo, dados observados para algumas das principais variáveis macroeconômicas do período, naturalmente endógenas, quanto um fechamento de previsão quando define-se o comportamento prospectivo do crescimento econômico para os próximos anos, isto é, com dados ainda não observados.

Na Tabela 1 encontram-se as informações utilizadas no cenário de referência para a atualização dos dados de 2016 a 2021. Essas informações correspondem às mudanças observadas em indicadores como o Produto Interno Bruto (PIB), consumo das famílias, gastos do governo, exportações, investimento e emprego ao longo do período de 2016 a 2021 e a utilização desses indicadores permite atualizar a estrutura numérica do modelo para o ano de implementação de política. Entre os anos de 2022 e 2060, são consideradas taxas de crescimento exógenas do PIB nacional para a economia brasileira de 2% ao ano.

**Tabela 1** – Indicadores macroeconômicos do fechamento histórico da Simulação de referência

Indicadores	Histórico					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
PIB	-3,28	1,32	1,32	1,14	-0,50	4,60
Consumo	-3,84	1,98	2,05	1,84	-5,40	3,60
Governo	0,21	-0,67	0,36	-0,44	-4,60	-2,00
Exportação	0,86	4,91	4,00	-2,54	-1,80	5,80
Investimento	-12,42	-2,56	3,91	-0,44	-0,50	17,20
Emprego	-1,56	1,25	1,20	1,70	-7,50	6,20

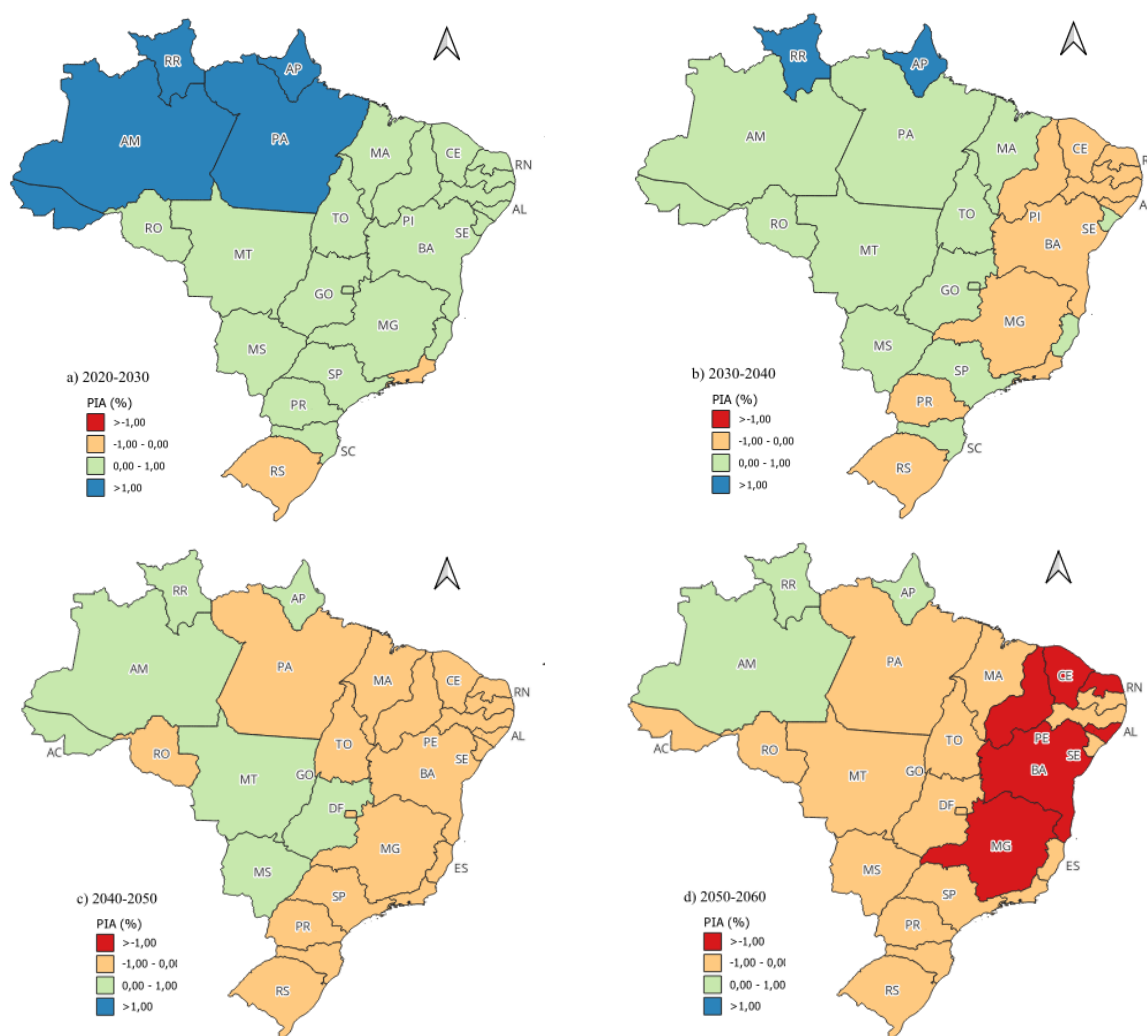
Fonte: elaboração própria com base em dados das Contas Nacionais, FUNCEX e IBGE.



Além do cenário de referência, também é definido um cenário de política que representa uma “perturbação” exógena no sistema econômico e que afeta a decisão dos agentes e mercados, provocando um desvio em relação ao equilíbrio do cenário base. Nesse estudo, o cenário de política se desviará do cenário de referência devido às mudanças exógenas induzidas pela restrição da força de trabalho. O tamanho da força de trabalho, isto é, de parte da população que está empregada ou que procura emprego ativamente, é uma medida fundamental da oferta total de trabalho em uma economia, sendo seu crescimento determinado tanto pelo crescimento da População em Idade Ativa (PIA) como nas mudanças na taxa de participação na força de trabalho (a propensão das pessoas em idade ativa para trabalhar ou procurar ativamente trabalho).

Desconsiderando as alterações na taxa de participação na força de trabalho, a restrição da oferta implementada neste estudo foi mensurada a partir das projeções populacionais disponibilizadas pelo IBGE (IBGE 2018) considerando a da População em Idade Ativa (PIA). Utiliza-se tal fonte visto que, pela desagregação, é possível dimensionar o choque de mão de obra segmentado por UF. Considerou-se a análise dos indivíduos entre 14 e 65 anos e tais projeções estão apresentadas na figura 2. Em síntese, observa-se que o padrão regional de redução da oferta de trabalho é heterogêneo segundo as UFs e intensifica-se a partir de 2040.

**Figura 2** – Projeção da redução da oferta de trabalho por decênio e UFs brasileiras, 2020-2060

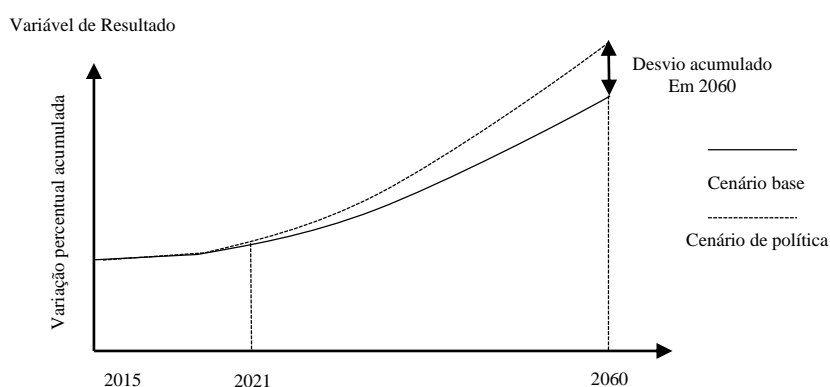


Fonte: elaboração própria

Acerca da simulação implementada no modelo TERM-UF, o objetivo é produzir informações a respeito da restrição da oferta de trabalho nos estados brasileiros, no contexto de um modelo de equilíbrio geral. Assim, neste artigo, as informações acerca do crescimento populacional são inseridas no modelo como variáveis exógenas. Dessa forma, investiga-se quantitativamente o impacto econômico da restrição de mão de obra pelo lado da oferta conforme as projeções mencionadas anteriormente (Figura 2). Os resultados da simulação realizada foram obtidos utilizando o software de modelagem GEMPACK<sup>8</sup>.

Vale ressaltar que os resultados do modelo em resposta ao choque exógeno de redução da mão de obra são apresentados como desvios acumulados em relação ao cenário de referência. Esse desvio pode ser positivo ou negativo sobre as variáveis macroeconômicas dependendo do contexto da alteração simulada. A Figura 3 retrata uma representação esquemática de um desvio positivo. Tem-se que a diferença entre as trajetórias do cenário base e o cenário com o choque de política) representa o efeito adicional da imposição de uma restrição de mão de obra sobre a economia.

**Figura 3** – Visão dos cenários de simulação com o modelo TERM-UF



Fonte: elaboração própria.

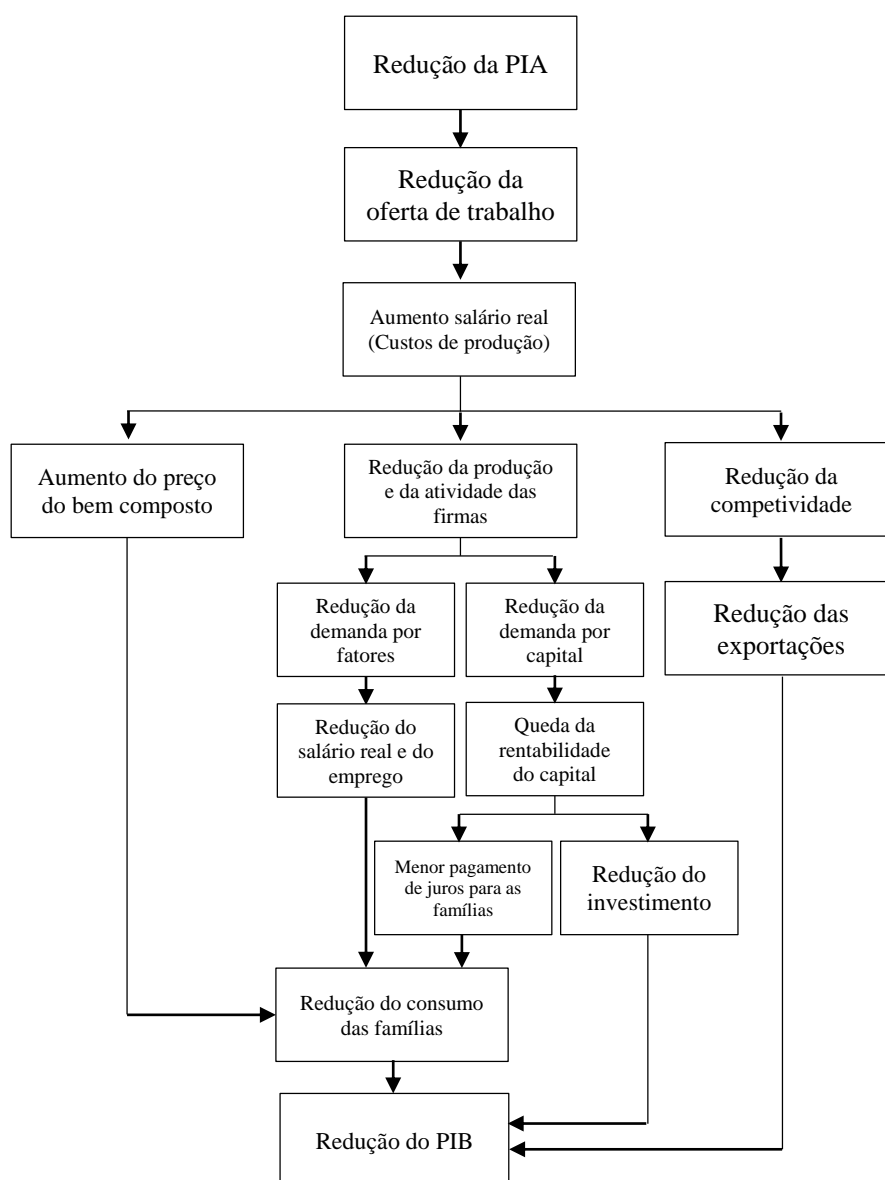
As relações de causalidade do modelo que auxiliam na elucidação dos resultados derivados dos impactos da imposição de restrição de mão de obra no modelo de equilíbrio geral computável TERM-UF estão esquematizadas na Figura 4. Espera-se que a restrição de mão de obra afete negativamente o crescimento econômico da economia brasileira. No longo prazo, o choque adverso pode causar uma pressão ascendente sobre o salário real, isso porque a menor oferta de trabalho, dada a demanda, tende a pressionar o preço desse insumo. O crescimento dos salários reais, em comparação com o cenário de referência, além de indicar que a mão de obra está se tornando mais cara, o que representa um aumento de custos do produtor, pode desestimular a produção e o investimento, resultando em uma menor competitividade de produtos intensivos em mão de obra no mercado nacional, assim como no internacional, reduzindo, conseqüentemente, as exportações e, assim, modificando a estrutura produtiva. Por sua vez, também em razão do aumento dos custos de produção, ocorre o aumento do nível de preços e, em conseqüência, um impacto negativo no consumo das famílias. Por outro lado, setores pouco intensivos em trabalho e regiões com quedas relativas menores na oferta de trabalho tendem a ser afetados apenas indiretamente, e podem se beneficiar da alteração nos preços relativos.

<sup>8</sup> O conjunto de softwares de modelagem econômica GEMPACK é tradicionalmente utilizado para a modelagem de equilíbrio geral computável e foi desenvolvido pelo CoPS (*Centre of Policy Studies*).

Outro canal de transmissão dos resultados ocorre via efeito substituição entre capital e trabalho decorrente das mudanças no preço relativo desses fatores à medida que o preço do trabalho aumenta. Tal movimento aumenta a demanda por capital, o que tende a pressionar indiretamente o preço do capital. Por esse canal, a partir da redução da taxa de retorno, novos investimentos no sistema econômico são desestimulados.

Por outro lado, há importantes diferenças entre os setores em termos de suas demandas por capital e trabalho e entre os estados quanto à composição de suas estruturas produtivas, dessa forma, cada UF e setor pode reagir de maneira diferente à restrição de mão de obra. Assim, é esperado que a exposição ao choque de redução de mão de obra traga resultados heterogêneos para cada região considerada tanto pela magnitude do choque quanto pelas diferenças na estrutura produtiva. Em síntese, o efeito líquido destas causalidades diretas e indiretas será determinado pela intensidade de tais forças, pelas características e integração do comércio interestadual e, também, pela estrutura produtiva das UFs brasileiras.

**Figura 4** – Visão Fluxograma de relações de causalidade do modelo TERM-UF



Fonte: Elaboração própria.

O modelo completo (incluindo todos os blocos que representam a economia de maneira teórica mais as condições de fechamento do modelo) possui um total de 972.481 equações e 1.118.554 variáveis.

#### 4 RESULTADOS

Essa seção apresenta e descreve os resultados macroeconômicos, setoriais e regionais derivados da simulação de redução da oferta de trabalho conforme as projeções apresentadas na Seção 3. Busca-se analisar os impactos de longo prazo para a economia brasileira até o ano de 2060. Como mencionado na seção anterior, os resultados do choque aplicado devem ser interpretados como desvios percentuais anuais em relação a uma trajetória referência, e não como quedas absolutas das variáveis agregadas.

Os resultados sobre os principais indicadores macroeconômicos nacionais podem ser observados na Tabela 2. Como esperado, observa-se que o declínio da oferta de trabalho promoveria um impacto negativo no PIB em relação ao cenário base de -0,06% em 2060. Esse resultado representa uma redução relativa ao cenário base em 2060 e, portanto, não deve ser lido como uma redução absoluta do PIB, isto é, significa que se o PIB no cenário base cresce 100% até 2060, a restrição de oferta vai fazer com que ele cresça apenas 99,94%. Ou seja, impacto quase nulo. Além disso, nota-se um impacto negativo no consumo (-0,23%), no investimento (-0,14%), estoque de capital (-0,08) e nas exportações (-0,15%) e positivo tanto no salário real (0,12) quanto no Índice de Preços ao Consumidor na economia (IPC).

**Tabela 2** – Impactos macroeconômicos da restrição da oferta de mão de obra no Brasil (var. % em 2060- desvio acumulado em relação ao cenário base)<sup>1</sup>

Agregados macroeconômicos	2060
Produto Interno Bruto	-0,06
Consumo real das famílias	-0,23
Volume das exportações	-0,15
Investimento	-0,14
Emprego	0,00
Estoque de Capital	-0,08
Salário Real	0,12
IPC	0,23

Fonte: elaboração própria.

Nota:<sup>1</sup> Os valores acumulados no último ano (2060) representam a taxa de crescimento percentual acumulada entre 2022 e 2060.

De fato, ao alterar a estrutura de custos, a redução da oferta de trabalho também pode alterar a taxa de retorno setorial, o que promove uma redução agregada acumulada do investimento. Por sua vez, o comportamento dos preços nacionais, observado pelo Índice de Preços ao Consumidor (IPC), é pressionado para cima, movimento esperado visto que o aumento nos custos de produção é repassado para os consumidores em forma de aumento dos preços<sup>9</sup>. O aumento de preços afeta tanto a remuneração de fatores (capital e trabalho) como de produtos. Tais movimentos impactam negativamente o consumo real das famílias e também repercutem na competitividade dos produtos internos no mercado internacional – torna os

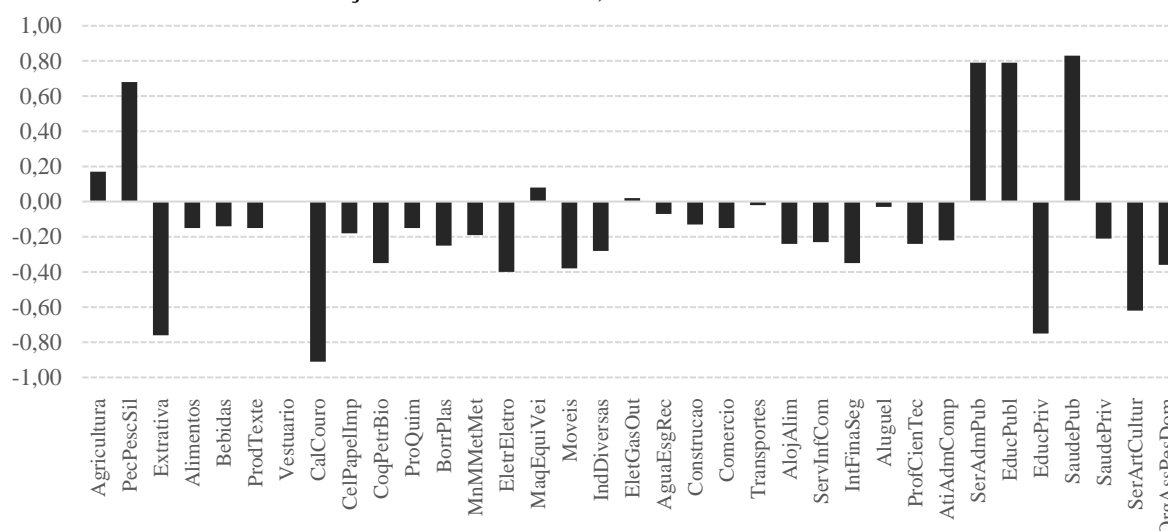
<sup>9</sup> Cabe ressaltar que, assim como na maioria dos modelos de EGC, o modelo TERM-UF é um modelo de preços relativos, em relação a um numerário. No caso desse estudo, utiliza-se como numerário a taxa nominal de câmbio.

produtos domésticos relativamente mais caros do que os produtos importados o que corrobora para a redução das exportações.

Quanto ao contexto do mercado de trabalho, o cenário de restrição de oferta acarreta um desvio do emprego de seu nível tendencial, o que pressiona o salário real para cima, para trazer o emprego de volta ao seu nível tendencial. Ao final do período de simulação, o salário real será 0,12% superior ao do cenário de referência. Além disso, observa-se um resultado nulo para o emprego em 2060. Deve-se entender que a dinâmica geral do emprego é coordenada pelos seguintes mecanismos: *i*) em uma determinada região, a oferta de trabalho é afetada, além da sua força de trabalho, pela migração inter-regional; *ii*) a migração inter-regional do trabalho, por sua vez, é positivamente relacionada com o salário real. Isto é, se a variação do salário real em determinada região é superior à variação da média nacional haverá migração oriunda das outras regiões e caso a variação no salário seja inferior a nacional há a emigração desta região para as demais. Em função dos fatores citados e considerando o salário real como variável de ajuste, o movimento inter-regional do trabalho pode repercutir para não ocorra mudança no nível de emprego no longo prazo.

Nessa perspectiva, atuando pelo lado da oferta, o principal efeito de uma imposição de restrição de trabalho é aumentar a escassez de mão de obra por unidade de produto e, portanto, os custos de produção, resultando em uma menor competitividade de produtos intensivos em mão de obra no mercado internacional e, assim, segue-se o ajuste da estrutura industrial. Intuitivamente, a extensão deste efeito entre os setores vai variar conforme a participação do insumo trabalho na produção. Nesse sentido, a Figura 5 reporta os efeitos na produção setorial com o intuito de observar, ainda nacionalmente, os efeitos sistêmicos propagados entre os setores a partir da consideração da restrição de oferta de trabalho.

**Figura 5** – Impactos setoriais da restrição da oferta de mão de obra no Brasil (var. % em 2060 - desvio acumulado em relação ao cenário base)



Fonte: elaboração própria.

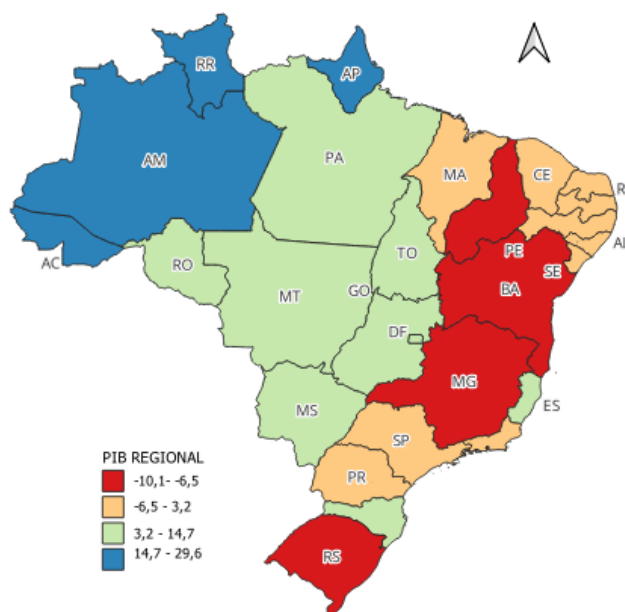
A partir da dinâmica do modelo, tem-se que o comportamento do produto setorial depende do tanto do preço do produto setorial quanto do seu custo de produção, que, por sua vez, é formado pelo preço dos insumos intermediários e pelos fatores de produção (capital e trabalho). Desse modo, a atividade é negativamente afetada quando ocorre redução no preço de seu produto e/ou aumento dos custos de produção. O comportamento desses indicadores ajuda na

compreensão dos resultados setoriais. Verifica-se que os setores intensivos em trabalho, como o setor de Comércio, que seriam mais impactados pela redução da oferta não apresentam, necessariamente, os maiores desvios em seu nível de atividade.

Ainda que intensivos em mão de obra, observa-se um crescimento da atividade em setores públicos, como saúde, educação e administração com desvios positivos de 0,82%, 0,79% e 0,79%, respectivamente. Esses setores podem se destacar positivamente porque são beneficiados indiretamente via cadeia produtiva. O aumento da produção na Agricultura e Pecuária, pesca e silvicultura pode ser explicado pelo aumento do nível de atividade econômica nos Estados da região Norte, que será exposto a seguir. Além disso, a queda no consumo das famílias e das exportações acaba sendo mais importante no impacto negativo das demais atividades.

Conforme apontado pela literatura, a questão mais importante não é o tamanho do impacto observado, mas sim o movimento em termos macroeconômicos e a heterogeneidade regional, esta, por sua vez, pode ser vista na Figura 6, que apresenta os efeitos da simulação sobre o PIB regional. É sabido que as características de uso dos fatores produtivos são diferentes entre os setores e as regiões, de modo que os impactos das simulações serão influenciados por essas especificidades, bem como pelo próprio perfil regional de especialização setorial. Dessa forma, como esperado, os resultados também são heterogêneos no espaço. É possível perceber, por exemplo, que Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Piauí são os estados com o maior desvio acumulado negativo em 2060. A saber, esses foram os estados com a maior redução de oferta de trabalho observada pelas projeções consideradas no estudo.

**Figura 6** – Impactos sobre o PIB regional da restrição da oferta de mão de obra no Brasil (var. % em 2060 - desvio acumulado em relação ao cenário base)



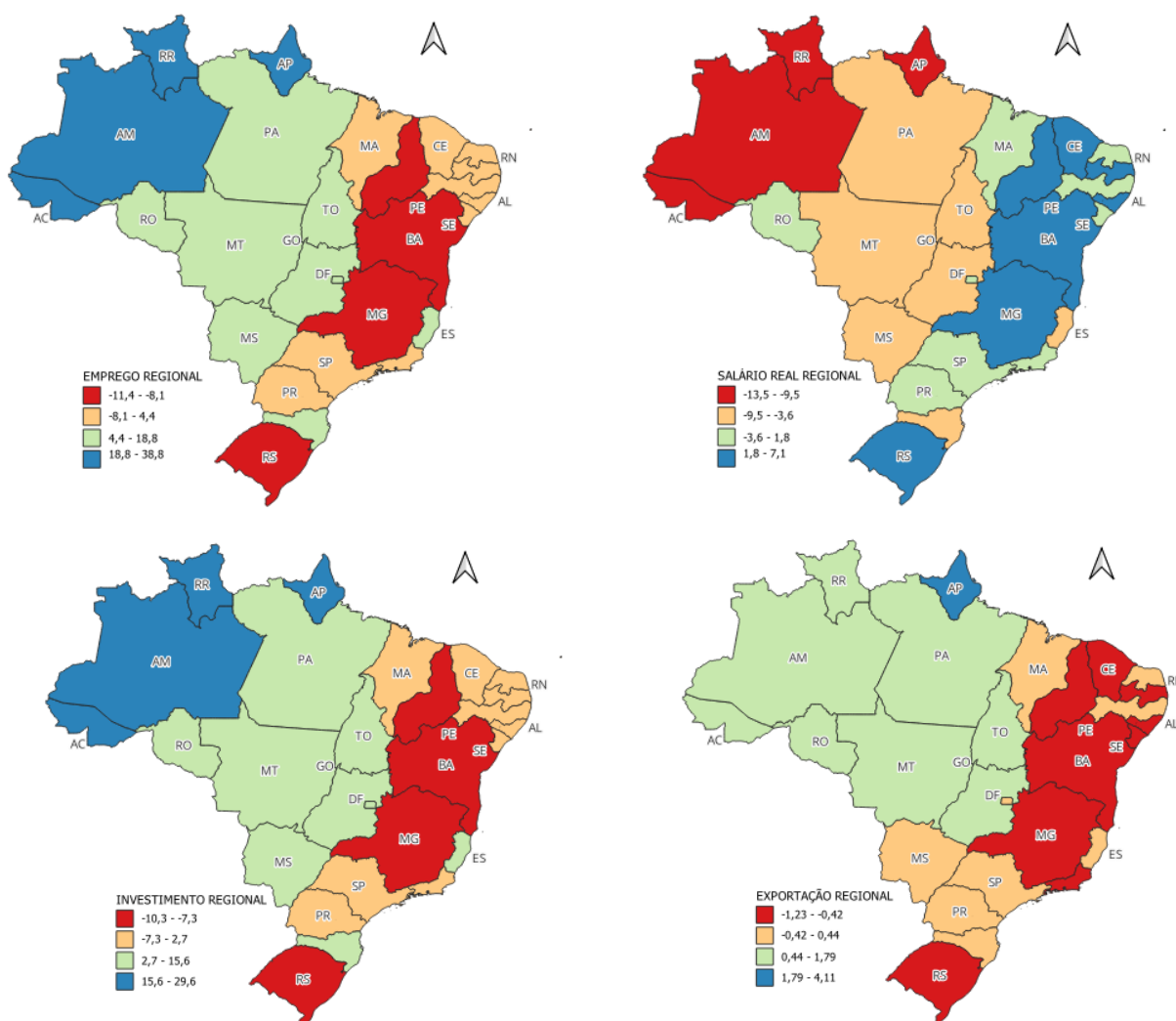
Fonte: elaboração própria.

Em contraposição, alguns estados como Amazonas, Roraima e Amapá têm ganhos de PIB. Com base na estrutura do modelo, a explicação para o comportamento diferenciado do PIB entre as regiões está associada à realocação da produção. Regiões sujeitas a uma restrição de oferta

de trabalho mais elevada obtêm um aumento mais significativo em seus custos de produção, o que reduz o investimento e a demanda por trabalho nessas regiões, o que estimula a migração de trabalhadores para outras regiões onde a redução foi menor. Ademais, como destacam Porsse, Pozza e Oliveira (2022), apesar da intensidade do choque considerado estar diretamente relacionada aos efeitos no produto regional, essa relação não é perfeita. Isto é, os mecanismos de transmissão dos choques nas cadeias produtivas possuem características distintas em cada região, as quais desempenham um papel relevante na determinação do impacto final sobre o produto regional.

Outra avaliação relevante diz respeito aos efeitos da restrição de trabalho sobre os indicadores macroeconômicos regionais (Figura 7). Em síntese, o aumento do PIB em algumas regiões resulta do aumento das exportações e, sobretudo, do investimento. Em contraste, a contração do investimento em outras regiões afeta negativamente a demanda agregada refletindo também, em um impacto negativo no emprego. Os estados que apresentaram os maiores impactos negativos no investimento também são os que apresentam maiores desvios negativos no indicador de emprego.

**Figura 7** – Principais impactos em variáveis macroeconômicas regionais da restrição da oferta de mão de obra no Brasil (var. % em 2060 - desvio acumulado em relação ao cenário base)



Fonte: elaboração própria.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança na estrutura demográfica de uma população e suas consequências para o mercado de trabalho são temas frequentemente discutidos na literatura, porém ainda existem incertezas em relação aos seus impactos econômicos, especialmente ao considerar as características específicas de países em desenvolvimento, como o Brasil. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os impactos macroeconômicos, setoriais e regionais da redução da oferta de trabalho com vistas para o debate sobre mudanças da estrutura demográfica da população e crescimento econômico. Para tanto a simulação de impacto foi implementada a partir do modelo dinâmico e inter-regional de Equilíbrio Geral Computável (EGC) TERM-UF, busca-se analisar os efeitos de longo prazo até 2060. O modelo foi calibrado com base nos dados da economia brasileira no ano de 2015 e especificado para 35 produtos e 35 setores.

A simulação consistiu nas considerações da restrição da oferta de trabalho derivada das projeções populacionais disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). De modo geral, os impactos macroeconômicos da restrição da oferta de mão de obra no Brasil vão ao sentido de um impacto negativo do PIB, do investimento e um aumento do salário real, e nível geral de preços, especialmente no longo prazo. Acerca do volume de exportações, este apresentou variação negativa em 2060, o que reflete que o aumento nos preços internos e redução do investimento impactam negativamente a competitividade dos produtos nacionais no exterior, o que incentiva, em termos agregados, a redução das exportações, desmotivando setores exportadores a aumentarem sua produção.

Regionalmente, a forma que os estados recebem o choque é heterogênea. Os estados do Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Sergipe e Piauí foram os estados com a maior redução de oferta de trabalho projetada no período, e conseqüentemente, com o maior desvio acumulado negativo de seu produto regional em 2060, que pode chegar a 10,11%. Além disso, verifica-se que o desvio vai se intensificando com o tempo, refletindo-se no comportamento dos agregados macroeconômicos nacionais mencionados anteriormente. Notou-se que comportamento macroeconômico de certas regiões está intimamente associado à magnitude da projeção da redução da força de trabalho observada para a região.

Além disso, os resultados setoriais indicam que as indústrias com maior uso do fator trabalho não serão, necessariamente, as mais afetadas, isso decorre diretamente do fato que, apesar dos setores que são intensivos em mão de obra experimentarem um aumento relativo nos custos à medida que os salários aumentam a partir da restrição o impacto final também depende das características e integração do comércio interestadual e, também, pela estrutura produtiva das UFs brasileiras. As indústrias menos afetadas são aquelas que oferecem seus produtos principalmente para o governo e uso público como Administração pública, saúde pública e educação pública. Em contraste, a restrição de mão de obra afeta negativamente o crescimento do produto setorial da maioria dos setores da economia brasileira.

Sobre as limitações da pesquisa, cabe ressaltar a dinâmica do caminho de ajuste do estado de simulação para o equilíbrio pós-política não é modelada. Além disso, outras questões merecem uma investigação mais aprofundada e podem desempenhar um papel crucial na formação de futuras tendências macroeconômicas à luz das mudanças composição da demanda de consumo do setor público e privado associada envelhecimento populacional e achatamento da força de trabalho. Em segundo lugar, se trabalhadores jovens e velhos são qualitativamente diferentes, com diferentes habilidades e outros tipos de trabalho características, o envelhecimento da força de trabalho gerará mercado de trabalho qualitativo efeitos não capturados pelo modelo. Isso afetará não apenas a produtividade geral da força de trabalho, mas também potencialmente a distribuição de salários renda entre jovens e velhos trabalhadores.



No entanto, por meio deste trabalho, pode-se verificar que a restrição da mão de obra, pode acarretar desafios sociais e econômico, sobretudo no longo prazo e, consoante com as evidências levantadas pela literatura, os resultados deste estudo indicam que o Brasil precisa contar com novas tecnológicas e aumentos de estoque de capital para sustentar seu crescimento econômico no longo prazo.

## Referências

ARMINGTON, P. S. A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production. **Staff Papers (International Monetary Fund)** 16, n. 1, p. 159–78, 1969.

AMARANTE, V.; COLACCE, M.; MANZI, P. Aging and productivity in Latin America. **Latin American Research Review**, v. 56, n. 4, p. 844-863, 2021.

BLOOM, D.E.; CANNING, D.; FINK, G. Implications of population ageing for economic growth. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 26, n. 4, p. 583-612, 2010.

BURFISHER, M. E. **Introduction to computable general equilibrium models**. Cambridge University Press, 2021.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, R. Os Dilemas e os Desafios da Produtividade no Brasil. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, R.(Org). **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**, v.1, 1 ed. Brasília: IPEA:ABDI, p. 15-52, 2014.

DIXON, P.; RIMMER, M. Dynamic general equilibrium modelling for forecasting and policy. A practical guide and documentation of MONASH. Cayton: Emerald, 2002.

DIXON, P.; JORGENSON, D. An introduction to CGE modeling, p. 01-22 in: Dixon, P. ; Jorgenson, D. **Handbook of Computable General Equilibrium Modeling**, Elsevier, 2013.

FERREIRA, M. A.; DOS SANTOS, E. C. Transição demográfica e crescimento econômico do Brasil: uma análise a partir da razão de dependência. **Revista Economia e Políticas Públicas**, v. 8, n. 1, p. 125-152, 2020.

FOUGERE, M.; HARVEY, S. The regional impact of population ageing in Canada: a general equilibrium analysis. **Applied Economics Letters**, v. 13, n. 9, p. 581-585. 2006.

HORRIDGE, J. M. ORANI-G: A General Equilibrium Model of the Australian Economy. CoPS Working Paper OP-93. Centre of Policy Studies, Monash University, 2000.

HORRIDGE, J. M. **The TERM model and its database**. Springer Netherlands, 2012.

HORRIDGE, M., J. MADDEN E G. WITTEWER. The impact of the 2002-2003 drought on Australia. **Journal of Policy Modeling**, v.27, n.3, 2005/4, p.285-308. 2005.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Projeções da População – Brasil e Unidades da Federação por sexo e idade: Revisão 2018**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=resultados>>. Acesso em: 03 abr. 2023.

LI, S., JIANG, T., SONG, Z., & HAN, Z. Economic impacts of policy adopted by

china for its aging population. **The Singapore Economic Review**, 67(04), 1517-1543, 2022.

LISENKOVA, K.; MCGREGOR, P.G.; PAPPAS, N.; SWALES, J. K.; TURNER, K; WRIGHT, R. Scotland the grey: a linked demographic–computable general equilibrium (CGE) analysis of the impact of population ageing and decline. **Regional Studies**, v. 44, n. 10, p. 1351-1368, 2010.

LIU, W. L.; MCKIBBIN, W. Macroeconomic Impacts of Global Demographic Change: The Case of Australia. **Asian Economic Papers**, v. 21, n. 3, 78-111, 2022.

NAGARAJAN, R; TEIXEIRA, A.; SILVA, S. The impact of population ageing on economic growth: a bibliometric survey. **The Singapore Economic Review**, 2017, 62.02: 275-296.

PAPPAS, N. Can migrants save Greece from ageing? a computable general equilibrium approach using G-AMOS. 2008.

PENG, X. Demographic shift, population ageing and economic growth in China: a computable general equilibrium analysis. **Pacific Economic Review**, v. 15, n. 5, 2008.

TOKUNAGA, S; OKIYAMA, M. Population Decline during 2010-2040: Using the Dynamic Regional Computable General Equilibrium Model. **Population Change and Impacts in Asia and the Pacific**, p. 77-105, 2020.

VASCONCELOS, A. M. N.; GOMES, M. F. Transição demográfica: a experiência brasileira. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 21, n. 4, p. 539-548, 2012.

VOLZ, Ute B. Aging, Labor Supply and Consumption-Sectoral Effects of Demographic Change in Germany. Conference on Global Economic Analysis (GTAP) 2008.

ZUO, X., PENG, X., YANG, X., YANG, X., YUE, H., WANG, M., & ADAMS, P. The Economic Characteristics of an Aging Society: a Dynamic Computable General Equilibrium Analysis. Discussion Paper, 2022.

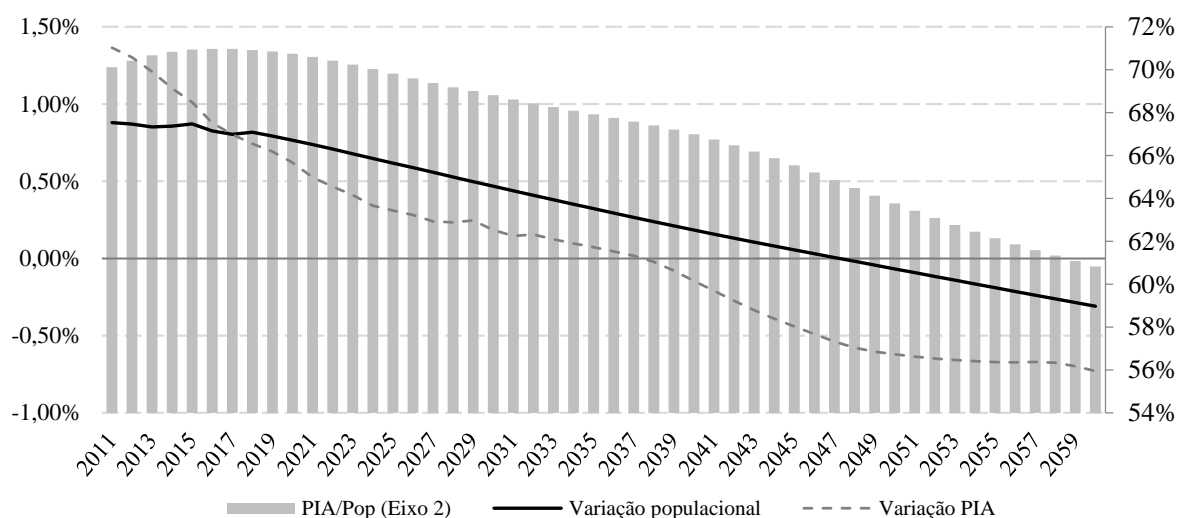
MASON, A.; LEE, R. Six ways population change will affect the global economy. **Population and development review**, v. 48, n. 1, p. 51-73, 2022.

MASON, Andrew; LEE, Ronald. Six ways population change will affect the global economy. **Population and development review**, v. 48, n. 1, p. 51-73, 2022.

PETER, M. W.; HORRIDGE, M.; MEAGHER, G. A.; PARMENTER, B. R. **The Theoretical Structure of Monash-MRF**. Centre of Policy Studies, Monash, 1996. University. Melbourne: COPS, 1996.

PORSSE, A.; POZZA, D.; OLIVEIRA, Í. Análise dos Impactos Econômicos Causados pela Inatividade do Trabalho Associada à COVID-19. **Texto para Discussão**, n. 2. Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional, Universidade Federal do Paraná, 2022.

## Anexo

**Figura 1 - Variação percentual nas projeções na população em idade ativa e total, Brasil, 2010-2060**

Fonte: elaboração própria a partir das informações do IBGE.

Notas: A População em Idade Ativa (PIA) é definida como aquelas com idade entre 15 e 64 anos. A razão PIA/Pop. mede a proporção da população em idade ativa na população total.

**Quadro 1 - Lista de agentes, regiões e setores considerados no estudo**

Agentes econômicos		Regiões
Uma firma representativa para cada um dos 35 setores		27 Unidades da Federação.
35 Setores em cada uma das regiões.		
Uma família representativa para cada região.		
Governo. Investidores. Setor Externo.		
Setor		Descrição setorial
1	Agricultura	Agricultura
2	PecPescSil	Pecuária, pesca e silvicultura
3	Extrativa	Indústria extrativa
4	Alimentos	Alimentos
5	Bebidas	Bebidas
6	ProdTexte	Fabricação de produtos têxteis
7	Vestuario	Artigos do vestuário e acessórios
8	CalCouro	Calçados e artefatos de couro
9	CelPapelImp	Celulose, papel, papelão, embalagens, artefatos de papel e serviços de impressão
10	CoqPetrBio	Coque, derivados do petróleo e biocombustíveis
11	ProQuim	Produtos químicos
12	BorrPlas	Borracha e Plástico
13	MnMMetMet	Minerais não metálicos, metalurgia e produtos do metal
14	EletrEletro	Máquinas e aparelhos elétricos e eletrônicos
15	MaqEquiVei	Máquinas e equipamentos mecânicos, veículos e peças
16	Moveis	Fabricação de artigos do mobiliário
17	IndDiversas	Indústrias diversas
18	EletGasOut	Eletricidade, gás e outras utilidades
19	AguaEsgRec	Água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos
20	Construcao	Construção civil
21	Comercio	Comércio
22	Transportes	Transportes
23	AlojAlim	Alojamento e Alimentação
24	ServInfCom	Serviços de informação e comunicação

25	IntFinaSeg	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar
26	Aluguel	Aluguel e atividades imobiliárias
27	ProfCienTec	Atividades profissionais, científicas e técnicas
28	AtiAdmComp	Atividades administrativas e serviços complementares
29	SerAdmPub	Serviços coletivos da administração pública
30	EducPubl	Educação pública
31	EducPriv	Educação privada
32	SaudePub	Saúde pública
33	SaudePriv	Saúde privada
34	SerArtCultur	Serviços de artes, cultura, esporte e recreação
35	OrgAssPesDom	Organizações associativas e outros serviços pessoais e domésticos

Fonte: elaboração própria a partir das informações do modelo TERM-UF.

### Quadro 2 – Parâmetros e elasticidades do modelo TERM-UF

Parâmetro	Descrição	Dimensão	Valores
SIGMA1LAB	Elasticidade de substituição do trabalho	IND	0,50
SIGMA1PRIM	Elasticidade de substituição dos fatores primários	IND	0,27 a 1,58
ARMSIGMA	Elasticidade de substituição entre as regiões que produzem margens	COM	0 a 2,23
SIGMADOMDOM	Elasticidade de substituição entre as regiões	COM	5,00
SIGMAMAR	Elasticidade de substituição entre as regiões que produzem margens	MAR	0,20
FRISCH	Parâmetro de FRISCH	DST	-1,94
EPS	Elasticidade dos gastos das famílias	COM*DST	1,00
SIGMAOUT	Elasticidade de transformação CET	IND	0,50
EXP.ELAST	Elasticidade da demanda por exportações	COM	0,38 a 1,49
ALPHA	Elasticidade do investimento	IND*DST	5,00
DPRC	Razão investimento/capital (máxima/tendência)	IND	0,08
QRATIO	Razão investimento/capital (máxima/tendência)	IND*DST	10,00
RNORMAL	Taxa de retorno normal bruta	IND*DST	0,23
GROTREND	Razão investimento/capital (tendência)	IND*DST	0,10

Fonte: Elaboração própria com base em estimativas da literatura