

**PRODUTIVIDADE DE SETORES INTENSIVOS EM P&D: uma abordagem de
equilíbrio geral computável**

***THE PRODUCTIVITY OF R&D-INTENSIVE SECTORS: a computable general
equilibrium approach***

João Augusto da Costa Gaviolli – joao.gaviolli@estudante.ufscar.br
Universidade Federal de São Carlos – Sorocaba – São Paulo – Brasil

Lucas Panzoldo Zerwes – zerweslucas@estudante.ufscar.br
Universidade Federal de São Carlos – Sorocaba – São Paulo – Brasil

Matheus Henrique de Souza Lima – mhslima@estudante.ufscar.br
Universidade Federal de São Carlos – Sorocaba – São Paulo – Brasil

Alexandre Lopes Gomes – algomes@ufscar.br
Universidade Federal de São Carlos – Sorocaba – São Paulo – Brasil

Daltro Cella – daltro_cell@yahoo.com.br
Faculdade de Tecnologia de Catanduva – Catanduva – São Paulo – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v22i2.2396

Data de submissão: 01/10/2025

Data do aceite: 29/11/2025

Data da publicação: 20/12/2025

Resumo

O artigo tem como objetivo investigar os efeitos econômicos e intersetoriais de choques positivos de produtividade em setores brasileiros intensivos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), por meio do modelo “MINIBR” de Equilíbrio Geral Computável. Os setores foram selecionados a partir da razão entre investimento em P&D e valor bruto da produção (VBP), utilizando dados da PINTEC (2023) e da matriz de insumo-produto do IBGE (2015). Nestes, foi aplicado um choque exógeno de 10% na produtividade total dos fatores, e avaliou-se os impactos de curto e longo prazo. No curto prazo, o PIB nacional tem efeito positivo, os preços internos caem e as exportações crescem, já no longo prazo, o PIB apresenta melhora ainda mais significativa, aumento no consumo das famílias e salário nominal, e indicadores de menor dependência externa. Os resultados reforçam a relevância de políticas de incentivo à inovação em setores estratégicos como instrumento para ganhos sistêmicos de produtividade, com efeitos positivos e duradouros sobre a estrutura econômica brasileira.

Palavras-chave: Produtividade. Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Equilíbrio Geral Computável.

Abstract

This article aims to investigate the economic and intersectoral effects of positive productivity shocks in Brazilian sectors intensive in Research and Development (R&D), using the “MINIBR” Computable General Equilibrium model. The sectors were selected based on the ratio between R&D investment and gross production value (GPV), employing data from PINTEC (2023) and the Brazilian input-output matrix (IBGE, 2015). An exogenous 10% shock to total factor productivity was applied, and both short- and long-run impacts were evaluated. In the short run, national GDP increases, domestic prices fall, and exports rise. In the long run, GDP shows even stronger growth, household consumption and nominal wages increase, and there are signs of lower external dependence. The results highlight the importance of innovation policies in strategic sectors as a tool to achieve systemic productivity gains, with positive and lasting effects on the Brazilian economic structure.

Keywords: *Productivity. Research and Development (R&D). Computable General Equilibrium.*

1. Introdução

Segundo a teoria das vantagens comparativas, formulada por David Ricardo (1982), os países devem orientar sua estrutura produtiva para os setores em que apresentam maior eficiência relativa, ou seja, em que o custo de oportunidade é inferior ao de outras nações. No entanto, com o avanço da globalização e a complexificação das estruturas produtivas, essa abordagem passou a revelar limitações, sobretudo nos países em desenvolvimento. Conforme investigado por Prebisch (1949), a rigidez na especialização em produtos do setor primário, com baixo valor agregado, restringe o potencial de diversificação produtiva e acentua a dependência tecnológica em relação aos países desenvolvidos, que concentram a produção de bens de capital e atividades intensivas em inovação.

Diante do exposto, o fortalecimento de setores estratégicos, como os intensivos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), com forte capacidade de encadeamento intersetorial, revela-se central para alavancar ganhos de produtividade sistêmica e impulsionar o desenvolvimento econômico de forma mais integrada e sustentável no Brasil.

Este trabalho tem a intenção de compreender a repercussão dos efeitos econômicos, no horizonte de curto e longo prazo, de choques positivos de produtividade em setores da economia brasileira com elevado investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). A seleção destes baseou-se na razão entre dispêndio em P&D e valor bruto da produção, identificando aqueles com maior potencial inovativo, e com posições estratégicas em cadeias produtivas complexas. Dessa forma, busca-se analisar como os ganhos sistêmicos de inovação podem se difundir pela economia nacional, contribuindo para orientar políticas públicas voltadas ao fortalecimento desses setores.

2. Revisão de Literatura

2.1. Pesquisa e Desenvolvimento: Crescimento Econômico

Em busca de inovação, estímulos fiscais e estratégicos a firmas, sobretudo às pequenas e médias empresas, são incentivados em algumas nações. Desse modo, a prática de incentivos tributários, como dedução de imposto de renda, créditos fiscais e aceleração na depreciação dos bens de capital e instalações levam as indústrias a aumentarem suas atividades tecnológicas. Por conseguinte, a intensidade em tecnologia dessas firmas proporciona à nação aumento de atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), deduzido do lucro, em busca de crescimento econômico (Avellar, 2007).

Solow (1956), dá início a relação entre progresso tecnológico e crescimento de longo prazo. Nesse modelo, o produto por trabalhador cresce apenas em função do progresso tecnológico exógeno, já que o acúmulo de capital sofre retornos decrescentes à escala, assim, para sair do “estado estacionário”, as economias devem elevar a produtividade total dos fatores (PTF) através de avanços tecnológicos sequenciais. Posteriormente, os modelos de crescimento endógeno de Romer (1990) e Aghion & Howitt (1992), inseriram a pesquisa e desenvolvimento como motor interno de crescimento econômico, apresentando retornos crescentes de capital associados ao aumento de conhecimento, técnica e capital humano. Nesse cenário, o investimento em P&D aumenta, além da produtividade total dos fatores, efeitos de transbordamento (spillovers) em toda a economia e encadeamentos produtivos.

No Brasil, os investimentos em P&D, buscam aumentar o estoque de conhecimento incorporado na produção, visando inovação interna e importação de tecnologia externa. A partir de 2000, dados de pesquisa e desenvolvimento passaram a ser analisados pela Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC), apresentando resultados nacionais do triênio 1998-2000 (IBGE, 2024).

De acordo com Gomes et al. (2016), a seleção de setores para análise e choques estratégicos também ocorreu com base na intensidade de P&D medida pela razão do dispêndio em pesquisa e valor bruto da produção (VBP), com dados da PINTEC (2011). Assim, os setores escolhidos investiam acima de 1% do VBP, e incluíam setores como Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos, perfumes e higiene pessoal (3,75%), Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos (2,72%), Serviços de arquitetura, engenharia, análises técnicas e pesquisa & desenvolvimento (2,05%) e Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto automóveis (2,03%). Estes lideraram os setores mais inovativos para o ano analisado, que trouxe com o choque o aumento do PIB de 0,004% (R\$86.92 milhões), resultado ligado ao volume positivo de exportações e queda no índice de preços.

Portanto, os indicadores brasileiros indicam que existe algum avanço na mensuração e estímulo de P&D, porém, em termos de intensidade, o Brasil ainda investe pouco para transformar tal investimento em inovação em ganhos de produtividade. Apesar dos índices positivos, tem-se a evidência de necessidade de políticas que impactam toda a base industrial da economia, incluindo setores primários, e não apenas nichos de alta intensidade tecnológica.

De acordo com Hirschman (1958), o desenvolvimento da economia deve ocorrer de forma técnica, englobando diferentes setores das cadeias produtivas, incentivando fornecedores e reduzindo custos para compradores. Desse modo, investimentos apenas na base da economia ou apenas nos setores mais desenvolvidos causam desequilíbrios. Os avanços em inovação no Brasil, são mais evidentes em setores mais técnicos, como o setor farmacêutico, que concentra investimentos em P&D, tais setores estão integrados a cadeias produtivas complexas, o que amplia os efeitos transbordamentos e impactos macroeconômicos relacionados a esse setor.

Segundo Bahia *et al.* (2021), a retração de setores com alta intensidade tecnológica pode gerar uma queda acumulada no PIB brasileiro de 0,75% no longo prazo. Os autores utilizaram o modelo de equilíbrio geral BIM-KC (Brazilian Intersectoral Model with Knowledge Capital), que mensura capital físico e capital de conhecimento como fatores produtivos, calibrado com dados do IBGE e matrizes insumo-produto de 2010. O modelo simula impactos

macroeconômicos e setoriais das subvenções à inovação concedidas à setores estratégicos pela FINEP entre 2010 e 2016. Sem incentivos, o PIB Brasileiro apresentou queda no longo prazo, devido à retração de setores intensivos em tecnologia, o que impactou toda a cadeia produtiva. Desse modo, o aumento de P&D demonstrou capacidade de acúmulo de capital de conhecimento e maior geração de inovação no longo prazo. Os efeitos foram claros sobre toda a economia e seus encadeamentos produtivos, embora as subvenções citadas sejam uma política de curto alcance inicial, a adesão dos setores produtivos é que estimulam a P&D e o crescimento econômico.

Estudos mais recentes reforçam o papel estratégico de setores intensivos em P&D para impulsionar a produtividade agregada. Ciaffi e Deleidi (2024) estimaram multiplicadores de investimento público em inovação para países da OCDE e concluíram que o impacto sobre o PIB e sobre o investimento privado em P&D é significativamente maior quando os recursos são direcionados a setores líderes tecnológicos, como equipamentos eletrônicos, farmacêuticos e produtos químicos. Os autores destacam que esses setores têm maior capacidade de absorver conhecimento e difundi-lo por meio de encadeamentos produtivos, potencializando ganhos sistêmicos de produtividade e competitividade.

Portanto, ao incorporar variáveis de incentivo à inovação, os estudos utilizam modelos de equilíbrio geral computável para avaliar o crescimento econômico movido pela tecnologia. Este tópico é central para mensurar além do desempenho econômico brasileiro e sua capacidade de aumento de capital físico e humano, o poder de difundir esse conhecimento técnico a fim de obter dados de convergência para indicadores como renda per capita.

3. Metodologia

3.1 Equilíbrio Geral Computável e MINIBR

Olhada como uma continuidade das abordagens dos modelos de insumo-produto, como consentem Fochezatto (2003) e Simões (2005), a presente pesquisa adota como base metodológica um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), instrumento amplamente utilizado para simular os impactos econômicos de políticas públicas, choques exógenos ou mudanças estruturais sobre uma economia interdependente e diversa em termos setoriais. Esse tipo de modelo visa representar, de forma integrada e consistente, as interações entre agentes econômicos: famílias, indústrias, governo, investidores e setor externo, considerando

simultaneamente a interdependência dinâmica dos demandantes da economia, origem dos recursos, uso de fatores primários e a tributação total por setores.

Nos modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC), a produção é representada por funções aninhadas do tipo CES, que permitem diferentes graus de substituição entre insumos. No curto prazo, considera-se o capital fixo (exógeno) e o emprego ajustável (endógeno), refletindo restrições imediatas na capacidade produtiva. No longo prazo, assume-se pleno emprego (trabalho exógeno), permitindo que o estoque de capital se ajuste (endógeno) ao novo nível de atividade. Essa distinção é fundamental para interpretar os mecanismos de ajuste e os efeitos econômicos nos diferentes horizontes temporais.

A especificação adotada neste trabalho está estruturada a partir do modelo MINIBR, um EGC simplificado desenvolvido para representar a economia brasileira. O MINIBR deriva-se do modelo MINIMAL, originalmente construído para a economia australiana, e foi adaptado para fins didáticos e analíticos por pesquisadores brasileiros (Fachinello *et al.*, 2008). Sua base de dados é composta por uma matriz de insumo-produto compatível com o Sistema de Contas Nacionais, e sua estrutura modela explicitamente os fluxos intersetoriais de bens, serviços e fatores produtivos.

A metodologia permite a comparação entre dois estados da economia, um de referência (baseline) e outro hipotético, alterado pela simulação de um choque exógeno. O modelo opera com equações linearizadas em variações percentuais, o que favorece a solução computacional por meio do software GEMPACK, com o uso da linguagem TABLO para implementação das equações do modelo.

3.2 Critério para seleção de setores alvos de choques

A identificação dos setores nos quais seriam aplicados os choques exógenos seguiu um procedimento empírico fundamentado em dados setoriais de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), conforme divulgados na Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) de 2023, e na estrutura produtiva apresentada na matriz de insumo-produto disponibilizada pelo IBGE (2015).

Inicialmente, foram considerados os setores industriais responsáveis pelos maiores volumes absolutos de investimento em P&D, sob o critério de concentração de recursos. A partir dos dados da PINTEC, observou-se que cinco macro-setores industriais concentravam aproximadamente 60% do total investido em inovação, entre os quais se destacam a fabricação

de veículos automotores, a indústria extrativa, os setores farmacêutico e químico, e a fabricação de derivados de petróleo.

Para tornar o critério mais robusto, os valores absolutos de investimento em inovação foram confrontados com os respectivos valores brutos de produção (VBP), conforme extraídos da matriz insumo-produto do modelo. Assim, foi calculado o indicador investimento em P&D como proporção do VBP para cada setor, expressando a intensidade relativa do esforço inovador. Os setores cujo valor de investimento em P&D supera 1% do seu VBP foram selecionados como alvos para os choques de produtividade, refletindo um critério de intensidade tecnológica e se alinhando à literatura, que utiliza esse limiar como um indicativo mínimo de maturidade tecnológica, passivo de converter o investimento em inovação em ganhos efetivos de produtividade. Os macro-setores que atenderem os critérios iniciais serão, posteriormente, desagregados conforme a classificação interna do CNAE, permitindo a aplicação do choque diretamente nas indústrias correspondentes.

Posteriormente, no ato da simulação por meio do software RunGEM, a implementação dos choques foi realizada na variável a_{prim} , que representa a produtividade dos fatores primários de produção (capital e trabalho), no cenário hipotético: elevação de 10% na produtividade total dos fatores (PTF), analisados tanto em curto quanto em longo prazo.

A escolha do valor de 10% para o choque de produtividade busca capturar, de forma mais expressiva, os efeitos sistêmicos de ganhos tecnológicos concentrados em setores com capacidade comprovada de absorver inovação. Diferentemente de abordagens que utilizam choques marginais (como 1%), a magnitude adotada no presente estudo objetiva simular um cenário de avanço tecnológico significativo, condizente com políticas públicas de estímulo à inovação mais intensas e com saltos de produtividade esperados em processos de difusão tecnológica. Além disso, esse valor permite evidenciar com maior clareza os efeitos intersetoriais de transbordamento (spillovers), auxiliando na identificação de encadeamentos produtivos e setores indiretamente beneficiados.

Esse procedimento metodológico garante a consistência entre a relevância empírica dos setores do ponto de vista da política de inovação e a coerência estrutural com a base de dados utilizada no modelo computável, permitindo simulações alinhadas com os objetivos analíticos da pesquisa.

3.3. Base de dados

Como citado anteriormente, o presente artigo utiliza como base de pesquisa a Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC Semestral) de 2023, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em adição ao MINIBR e Matriz Insumo-Produto Nacional, igualmente divulgada pelo IBGE referente ao ano de 2015, composta por 67 setores.

Apesar da defasagem temporal da base de dados, sua utilização se justifica pelo objetivo principal deste estudo, que não reside na obtenção de previsões precisas ou na análise conjuntural atual da economia, mas sim na compreensão qualitativa e estrutural dos efeitos econômicos decorrentes de choques exógenos aplicados a setores selecionados. Nesse contexto, a base de 2015 preserva as relações intersetoriais essenciais e permite a simulação de cenários contrafactuais com consistência teórica e validade analítica, conforme preconizado pela literatura em modelos de equilíbrio geral computável. Assim, os resultados obtidos devem ser interpretados como ilustrações dos mecanismos econômicos subjacentes às mudanças simuladas, e não como projeções quantitativas atualizadas.

4. Discussão e Resultados

4.1. Setores-alvo para aplicação do choque na produtividade

De acordo com os dados da edição mais recente da PINTEC (2º semestre de 2023), os investimentos realizados pelas indústrias brasileiras em pesquisa e desenvolvimento (P&D) totalizaram aproximadamente R\$38,3 bilhões. Destes, cerca de 60% foram concentrados em cinco macro-setores específicos: fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias (17,4%); indústrias extrativas (13,6%); fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos (10,7%); fabricação de coque, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis (10,5%); e fabricação de produtos químicos (8,8%).

Com base nessas proporções, é possível estimar que esses cinco grupos investiram, juntos, aproximadamente R\$ 22,98 bilhões em P&D, distribuídos da seguinte forma: R\$ 6,66 bilhões na fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias; R\$ 5,22 bilhões nas indústrias extrativas; R\$ 4,10 bilhões na fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos; R\$ 4,02 bilhões na fabricação de coque, derivados de petróleo e biocombustíveis; e R\$ 3,37 bilhões na fabricação de produtos químicos. Quanto aos R\$15,32

bilhões restantes, equivalentes aos 40% do total investido, a PINTEC não apresenta detalhamento por setor, englobando um conjunto de 23 segmentos industriais.

Adicionalmente, com base nos dados da matriz insumo-produto de 2015, disponibilizada pelo IBGE, é possível identificar o valor bruto da produção (VBP) desses setores. Considerando que apenas cinco segmentos concentram a maior parte do investimento em inovação, torna-se relevante a realização de simulações no modelo MINIBR, desde que os respectivos dispêndios em P&D representem, ao menos, 1% do seu VBP. Essa condição pode ser formalizada pela Equação 1:

$$i = \frac{\text{Investimento em P\&D}}{\text{VBP}} \quad (1)$$

Em sequência à análise, foram realizadas simulações no modelo computável de equilíbrio geral aplicando choques de produtividade na variável associada ao fator primário (a_{1prim}). Foram conduzidos dois cenários hipotéticos: o primeiro considerando um aumento de 10% na produtividade no curto prazo e o segundo com o mesmo choque no longo prazo.

Os setores escolhidos para aplicação dos choques correspondem àqueles que compõem às indústrias anteriormente identificadas como os maiores investidores em P&D, conforme os dados da PINTEC. Especificamente, os choques foram aplicados nos seguintes segmentos: Extração de carvão mineral e de minerais não metálicos; Extração de petróleo e gás, incluindo atividades de apoio; Extração de minério de ferro, incluindo beneficiamento e aglomeração; Extração de minerais metálicos não ferrosos, incluindo beneficiamento; Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros; Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e produtos químicos diversos; Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos; Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus (exceto peças); Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores.

Essas simulações permitem avaliar os impactos de uma elevação na produtividade dos fatores primários em setores estratégicos, cuja intensidade em investimentos em inovação justifica a escolha para os experimentos computacionais.

4.2. Efeitos Macroeconômicos

Em relação aos efeitos macroeconômicos, realizou-se comparação entre os efeitos de curto e longo prazo em detrimento de um choque de 10% na produtividade total dos fatores (PTF) nos setores intensivos em P&D. Desse modo, as observações revelaram diferenças

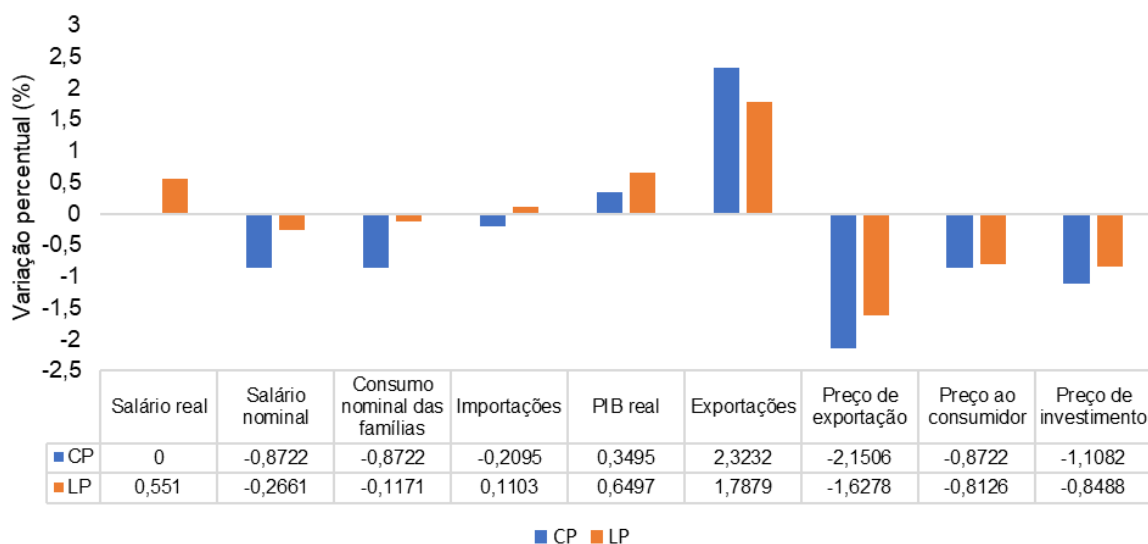
importantes na forma como a economia absorve os ganhos de eficiência produtiva.

De acordo com o Gráfico 1, no curto prazo, observa-se um crescimento modesto do PIB real (0,35%), com destaque para o forte aumento nas exportações (2,32%), impulsionado pela queda de 2,15% nos preços dos bens exportáveis. Esse ganho de competitividade externa é complementado por uma melhora significativa da competitividade interna, favorecida pela redução generalizada dos preços domésticos. Essa deflação contribuiu para a diminuição dos custos de produção e ampliação do poder de compra, estimulando a atividade produtiva nacional. Contudo, esses efeitos positivos ocorrem em um contexto de ajuste no mercado de trabalho, marcado pela queda do salário nominal médio (0,87%), refletindo um processo de substituição de trabalho por ganhos de eficiência, ainda não compensado por mecanismos de redistribuição ou absorção setorial no curto prazo.

Já no longo prazo, os efeitos positivos se tornam mais consistentes e amplos. O PIB real cresce 0,65%, praticamente o dobro do curto prazo, resultado de uma deflação de 0,81% no índice de preços ao consumidor. Isso demonstra que, com o tempo, os ganhos de produtividade se convertem em melhorias no poder de compra da população, apesar da pouca variação. No que diz respeito aos salários, apesar da leve queda em termos nominais (-0,27%), observa-se um aumento no salário real (0,55%), que aliado à queda no índice de preços, ampara o poder de compra do consumidor final.

Além disso, evidencia-se também um panorama visual no Gráfico 1, demonstrando que enquanto o curto prazo mostra retração nas importações (-0,21%), o longo prazo apresenta leve crescimento (0,11%), possivelmente refletindo maior atividade econômica e absorção de insumos para setores que se expandem com os ganhos de eficiência. O índice de preços dos bens de investimento cai em ambos os horizontes, -1,11% no curto e -0,85% no longo prazo, favorecendo a formação de capital, mas com efeitos mais estruturantes no longo prazo por estarem associados a maior geração de renda e consumo.

Gráfico 1 - Comparativo de efeitos macroeconômicos (%): choque de produtividade de 10% nos setores com alto investimento em P&D



Fonte: Elaboração própria. Dados do IBGE, 2015. Aplicação do modelo MINIBR.

Em relação às exportações, como citado, o aumento da produtividade interna levou à queda no volume de exportações do curto para o longo prazo, de -0,54%. Tal dado acompanhou o crescimento do PIB real e do preço de exportação, o que indica efeitos de aumento no consumo interno. Portanto, os efeitos do choque de produtividade de 10% se mostram concentrados em ganhos de competitividade e eficiência. No longo prazo, há uma recomposição do bem-estar econômico, com melhora nos salários reais, expansão do consumo e maior difusão dos benefícios sobre as variáveis macroeconômicas, indicando que políticas de estímulo à inovação podem gerar impactos positivos sustentáveis quando articuladas a estratégias de absorção tecnológica e desenvolvimento do mercado interno.

5. Conclusão

As simulações realizadas demonstram que choques positivos de produtividade em setores intensivos em P&D geram efeitos significativos sobre a economia brasileira, tanto no curto quanto no longo prazo. Os resultados concordam com Gomes *et al.* (2016) e Ciaffi e Deleidi (2024), os investimentos direcionados a setores estratégicos e tecnológicos resultam em maior impacto sobretudo no PIB.

Em relação aos efeitos econômicos, no curto prazo, além do ganho de competitividade externa impulsionado pela queda nos preços dos bens exportáveis, observa-se também uma redução dos preços internos. Essa dinâmica favorece a atividade produtiva doméstica, mesmo diante de ajustes iniciais no mercado de trabalho, como a queda do salário nominal e a

realocação da demanda por mão de obra. No longo prazo, os efeitos tornam-se mais amplos e sustentáveis. O aumento da produtividade se traduz em crescimento do produto, melhora do salário real, expansão do consumo das famílias e estímulo à formação de capital. A manutenção de preços internos em patamares mais baixos fortalece a competitividade da indústria interna e amplia a eficiência dos recursos produtivos.

Embora os resultados obtidos sejam robustos do ponto de vista analítico, é importante relembrar algumas limitações da presente pesquisa, como a defasagem da base de dados utilizada (2015), o que pode afetar a precisão das estimativas no contexto atual, mas fornece um panorama amplo e importante para discussões em diferentes contextos. Além disso, análises mais aprofundadas sobre os impactos distributivos, especialmente no mercado de trabalho e na renda das famílias, podem oferecer subsídios adicionais à formulação de políticas públicas orientadas ao desenvolvimento econômico.

Dessa forma, os resultados reforçam o papel estratégico do investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como instrumento de política pública capaz de promover ganhos sistêmicos de produtividade no Brasil. Ao direcionar incentivos à inovação para setores com alto potencial de encadeamento produtivo, como os analisados neste estudo, torna-se possível estimular transformações estruturais que beneficiam toda a economia. Além disso, o uso de um modelo de equilíbrio geral computável demonstrou ser uma ferramenta robusta para diagnosticar os efeitos diretos e indiretos desses choques, oferecendo subsídios relevantes para o desenho de planos mais eficazes e orientados ao crescimento econômico sustentável no longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVELLAR, R. C. **Tecnologia, estrutura produtiva e crescimento econômico: uma análise comparada das economias brasileira e coreana**. 2007. 160 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

BAHIA, L.; BRAGA, J. P.; MATTOS, L. **Efeitos macroeconômicos e setoriais das subvenções da Finep no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral com capital de conhecimento**. Texto para Discussão n. 2746, Ipea, 2021.

CIAFFI, G.; DELEIDI, M.; LEVRERO, E. **The macroeconomic effects of public expenditure in research and development**. Working Paper. CIMR, Birkbeck, University of London, London, UK, 2023.

FOCHEZATTO, A. **Reforma Tributária, Crescimento e Distribuição de Renda no Brasil: lições de um modelo de equilíbrio geral computável.** Economia Aplicada, v. 7, n. 1, p. 83-110, 2003.

GOMES, A.; PEROBELLI, F.; PIO, J. **The Impact of expenditure on R&D within the Brazilian economy: an approach to Computable General Equilibrium.** Conference papers 330169, Purdue University, Global Trade Analysis Project, 2016.

HIRSCHMAN, A. O. **The Strategy of Economic Development.** New Haven: Yale University Press, 1958.

HORRIDGE, M. **MINIBR: Um modelo simplificado de equilíbrio geral para a economia brasileira.** Tradução de: FACHINELLO, A.; HASEGAWA, M.; SANTOS, C. V.; FERREIRA FILHO, J. B. S. Piracicaba - São Paulo: ESALQ, 2008.

IBGE. **Pesquisa de Inovação Semestral: PINTEC Semestral – Indicadores básicos 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/40714-pintec-semestral.html>. Acesso em: 22 jun. 2025.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Competição Tributária, externalidades fiscais e federalismo no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral computável.** Tópicos Especiais de Finanças Públicas, Brasília, 2005.

PALERMO, P. U.; CAMPOS, S. K. **Efeitos econômicos e fiscais de uma reforma tributária no Brasil: análise com um modelo inter-regional de equilíbrio geral computável para o Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS, 2009.

PORSSE, A. A.; HADDAD, E. A.; RIBEIRO, E. P. **Estimando uma matriz de insumo-produto inter-regional Rio Grande do Sul – Restante do Brasil.** 2012. Disponível em: http://www.econ.fea.usp.br/nereus/td/Nereus_20_03.pdf. Acesso em: 22 jun. 2025.

PREBISCH, R. **O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais.** In: BIELSCHOWSKY, R. (Org.). **Cinquenta anos de pensamento na CEPAL.** v. 1. Rio de Janeiro: Record, 2000.

RICARDO, D. **Princípios de economia política e tributação.** Tradução de Paulo Henrique Ribeiro Sandroni. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SIMÕES, R. **Métodos de análise regional e urbana: diagnóstico aplicado ao planejamento.** Texto para Discussão n. 259, CEDEPLAR/UFMG, 2005. Disponível em: <http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20259.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2025.

SOLOW, R. M. **A Contribution to the Theory of Economic Growth.** Quarterly Journal of Economics, v. 70, p. 65-94, 1956. DOI: <https://doi.org/10.2307/1884513>.