TEXTO PARA DISCUSSÃO

3164

DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA ECONOMIA BRASILEIRA DURANTE O PERÍODO 2000-2020

LUIZ DIAS BAHIA

ipea 60

TEXTO PARA DISCUSSÃO

3164

Rio de Janeiro, setembro de 2025

DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA ECONOMIA BRASILEIRA DURANTE O PERÍODO 2000-2020[1]

LUIZ DIAS BAHIA[2]

1. Agradecemos ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) pela elaboração de Contas Nacionais Anuais (CNABs) de 2000 a 2020 no atual formato, que permitiu exercícios intertemporais como este aqui desenvolvido. Da mesma maneira, agradecemos a dois pareceristas anônimos que muito contribuíram para o aprimoramento do trabalho.

2. Técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Diset/Ipea). *E-mail*: luiz.bahia@ipea.gov.br.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento
Ministra Simone Nassar Tebet

ipea **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta
LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional
FERNANDO GAIGER SILVEIRA

Diretora de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
ARISTIDES MONTEIRO NETO

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura
PEDRO CARVALHO DE MIRANDA

Diretora de Estudos e Políticas Sociais
LETÍCIA BARTHOLO DE OLIVEIRA E SILVA

Diretora de Estudos Internacionais
KEITI DA ROCHA GOMES

Chefe de Gabinete
ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

Coordenadora-Geral de Imprensa e Comunicação Social
GISELE AMARAL DE SOUZA

Ouvidoria: https://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: https://www.ipea.gov.br

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2025

Bahia, Luiz Dias
Determinantes da produtividade do trabalho na economia brasileira durante o período 2000-2020 / Luiz Dias Bahia. – Rio de Janeiro: Ipea, 2025.
53 p.: il., gráfs. – (Texto para Discussão ; n. 3164).

Inclui Bibliografia.
ISSN 1415-4765

1. Produtividade do Trabalho. 2. Determinantes. 3. Matriz Insumo-Produto. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. II. Título.

CDD 331.120981

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:
BAHIA, Luiz Dias. D**eterminantes da produtividade do trabalho na economia brasileira durante o período 2000-2020**. Rio de Janeiro: Ipea, set. 2025. 52 p.: il. (Texto para Discussão, n. 3164). DOI: https://dx.doi.org/10.38116/td3164-port

JEL: D240, E240.

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).

Acesse: https://repositorio.ipea.gov.br/.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 6

2 REVISÃO 6

2.1 Fundamentos teóricos do exercício feito 6

2.2 Outros trabalhos no Brasil sobre determinantes de produtividade 18

3 METODOLOGIA 21

3.1 Os componentes determinantes da produção 22

3.2 Cálculo da produtividade do trabalho 26

3.3 Avaliação metodológica do cálculo da produtividade do trabalho 28

3.4 Cálculo da evolução do salário médio real anual 38

3.5 Metodologia de cálculo da evolução temporal da produtividade do trabalho como um todo das cadeias produtivas 39

4 RESULTADOS 39

4.1 Determinante consumo das famílias 39

4.2 Determinante FBCF 41

4.3 Exportações 42

4.4 Abertura comercial 45

4.5 Mudança tecnológica 47

4.6 Junção dos determinantes da produtividade do trabalho 48

5 CONCLUSÃO 49

REFERÊNCIAS 50

SINOPSE

Este trabalho calcula a produtividade do trabalho da economia brasileira utilizando a metodologia de matriz insumo-produto (MIP) entre 2000 e 2020. Os resultados são obtidos usando como causas-chave variáveis selecionadas da citada matriz. Concluímos que mudança tecnológica, consumo das famílias e exportações são os principais determinantes da evolução da produtividade do trabalho no Brasil entre 2000 e 2020. O investimento é outro determinante-chave que poderia ter sido importante se mais robusto nesse período.

Palavras-chave: produtividade do trabalho; determinantes; matriz insumo-produto.

ABSTRACT

This paper computes the labor productivity of the Brazilian economy from 2000 to 2020 utilizing the input-output matrix methodology. The results are achieved using as key causes variables selected from the cited matrix. We conclude that technological change, consumption and exports are the main causes of labor productivity development in Brazil from 2000 to 2020. Investment is another key cause that could be more important if it had been stronger.

Keywords: labour productivity; causes; input-output matrix.

1 INTRODUÇÃO

Desenvolvemos neste trabalho a especificação (e posterior medida de seu efeito) dos determinantes da produtividade do trabalho na economia brasileira entre 2000 e 2020.

A especificidade deste exercício se encerra em três aspectos: primeiro, são determinantes pelo lado da demanda, o que não encontra similaridade em outro trabalho sobre a economia brasileira para o período de 2000 a 2020; segundo, é um exercício que leva em conta os setores de cada determinante e suas relações intersetoriais na determinação da produtividade do trabalho; terceiro, calcula-se a evolução do salário médio real nas cadeias produtivas de cada determinante e de todos os determinantes juntos – apesar de não ser possível estabelecer uma causalidade entre cada determinante e a evolução dos salários –, o que nos permite inferir se a evolução da produtividade é simultânea a ganhos (ou perdas) da remuneração do trabalho.

A metodologia utilizada é a matriz insumo-produto (MIP) elaborada a partir das Contas Nacionais Anuais Brasileiras do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (CNABs/IBGE), de modo a termos preços constantes de 2000.

O trabalho se organiza da seguinte maneira: na segunda seção, fazemos uma revisão metodológica, teórica e de outros trabalhos brasileiros afins a este; depois, apresentamos a metodologia deste exercício de MIP; na quarta seção, trazemos e discutimos os resultados; finalmente, concluímos.

2 REVISÃO

Esta revisão da literatura se divide em duas partes: primeiro, explicitamos os fundamentos teóricos de cada determinante; depois, citamos os artigos científicos brasileiros que fizeram uma avaliação análoga à elaborada por este trabalho; por fim, apresentamos a especificidade deste texto para discussão.

2.1 Fundamentos teóricos do exercício feito

Partimos de Holland e Martin (1993, p. 1), que especificam os seguintes fatores exógenos de mudança econômica: i) emergência de novas tecnologias; ii) crescimento de mercados e competição internacional; iii) mudanças em limitação de recursos; e iv) mudanças, valores e gostos dos consumidores. As variáveis exógenas, segundo essa fonte, seriam: i) mudança tecnológica; ii) alteração de exportações e insumos

importados; iii) alteração de recursos via investimento (Formação Bruta de Capital Fixo – FBCF); e iv) variações de perfil setorial de consumo final.

Na próxima subseção detalharemos os fundamentos teóricos de cada um dos componentes explicitados no parágrafo anterior.

2.1.1 Nível de atividade

Este determinante de produtividade do trabalho se refere à variável enumerada como item iv) (variações de perfil setorial de consumo final), na subseção 2.1.

Um dos artigos seminais em produtividade do trabalho, e que é fortemente utilizado ainda hoje, é o de Verdoorn (1956). O autor trabalha uma relação funcional entre produtividade do trabalho e nível de atividade econômica. Seu ponto inicial é definir equilíbrio como o desenvolvimento compatível com a igualdade de oferta e demanda para cada fator de produção (Verdoorn, 1956, p. 429). Há dois casos considerados nesse equilíbrio dinâmico: o de perfeita substituibilidade e o de perfeita complementaridade. Verdoorn, ao tratar a produtividade do trabalho, considera a segunda opção.

Nesta segunda opção, o equilíbrio entre a oferta e a demanda é desenvolvido via maximização de lucro da concorrência perfeita. Não precisamos entrar em detalhes aqui sobre como algebricamente se desenvolve o equilíbrio, mas enfatizar que se trata de uma analogia com a MIP, via isoquantas retas e descontínuas (baseadas em complementaridade perfeita) e utilizadas em Verdoorn (1956).

Uma vez determinado o desenvolvimento dinâmico do equilíbrio com complementaridade de fatores, passa-se a considerar que a produtividade dos fatores no longo prazo é mais cumulativa que aditiva, o que leva Verdoorn (1956, p. 433) a considerar uma função da produtividade dos fatores dependente de uma exponencial positiva do produto.

Em seguida, o autor assume que o custo unitário do trabalho depende unicamente do volume acumulado do produto, o que leva a uma ligação funcional estável de longo prazo entre a produtividade do trabalho e o nível de produção nacional (Verdoorn, 1956, p. 433-434).

Conceitualmente, essa relação existe devido ao fato de o crescimento do nível de produção acarretar crescimento da divisão do trabalho, que, por sua vez, implica em economias internas à firma (especialização, principalmente) e economias externas na economia (desenvolvimento de trabalho especializado e aprimoramento

tecnológico). Portanto, a tendência a longo prazo do nível de produção implica em desenvolvimento de produtividade do trabalho.

Podemos considerar que o nível de atividade depende principalmente de consumo das famílias, FBCF e exportações. Assim, quando esses agregados crescem, a produtividade do trabalho na economia tende a aumentar. Desses três agregados, o maior e mais estável é o consumo das famílias. Entretanto, os demais também têm seu impacto particular sobre a produtividade do trabalho, motivo pelo qual serão considerados isoladamente, uma vez que têm especificidades teóricas diferentes das de Verdoorn (1956).

Deve-se ainda acrescentar que, ao tratar o vetor setorial de consumo das famílias para simulação (como determinante) de produtividade, estamos considerando a mudança de valores e gostos dos consumidores, pois o consumo das famílias se altera ao longo do tempo setorialmente.

Deleidi *et al*. (2023, p. 58) consideram que condições de oferta definem o passo do produto potencial de uma maneira que não seja independente do passo atual do produto definido pela demanda. Portanto, a produtividade do trabalho é vista como largamente endógena à demanda agregada, que passa a ser um condicionante ao produto e ao crescimento da produtividade. A lei de Verdoorn faz, assim, a seguinte proposição: uma relação de longo prazo existe entre produto e produtividade do trabalho, de maneira que o crescimento do produto determina o crescimento da produtividade. Ou, como define Rampa (2002, p. 219), quando o crescimento do produto aumenta, o nível da produtividade do trabalho também sobe.

Os mecanismos necessários para que a lei de Verdoorn ocorra são os seguintes: expansão de mercado que implique em fatores tecnológicos e organizacionais a favor de crescimento de produtividade; introdução de avanços organizacionais, com utilização mais eficiente de insumos; mudança setorial (em direção a setores mais produtivos) e de emprego (trabalhadores mais hábeis); investimento que incorpore progresso técnico; crescente especialização produtiva; e *learning by doing* de novas produções e produtos (Deileidi *et al*., 2023, p. 59; Rampa 2002, p. 229).

Basu e Budhiraja (2020) sintetizam a lei de Verdoorn na seguinte equação:

$$p = a_o + a_1 q + u \quad (1)$$

Em que:

p = crescimento da produtividade do trabalho;

q = crescimento do produto;

a_1 = coeficiente da lei de Verdoorn; e

u = erro estocástico.

Na lei de Verdoorn, o coeficiente a_1 é positivo e menor que a unidade. Algumas conclusões compõem essa equação: o crescimento da demanda terá um impacto positivo na taxa de crescimento da produtividade do trabalho; como a_1 é menor que a unidade, $p < q$, ou seja, a taxa de crescimento da produtividade é menor que a taxa de crescimento do produto; e, quando há aumento de produtividade, há aumento de emprego nos setores mais produtivos.

2.1.2 Exportações

O segundo determinante da produtividade do trabalho são as exportações, que se referem ao item ii) da subseção 2.1.

Trata-se de um resultado amplamente conhecido de que as firmas exportadoras são maiores, mais intensivas em habilidade produtiva, mais intensivas em capital e mais produtivas (Bernard *et al.*, 2011, p. 4). Esse resultado vale tanto para países em desenvolvimento (PED) quanto para países desenvolvidos (PD). A habilidade produtiva é complementar à intensidade tecnológica, o que é um correlato da produtividade.

Não é totalmente claro se há aprendizagem das firmas ao passarem a exportar, o que levaria as firmas exportadoras a desenvolverem mais produtividade (Biesebroeck, 2005 *apud* Bernard *et al.*, 2011, p. 5).[1]

Hidalgo e Da Mata (2009) desenvolveram uma análise empírica sobre o ponto anterior, com o teste não paramétrico Kolmogorov-Smirnov em empresas brasileiras, para comparar distribuições de produtividade de diversos grupos de firmas (as nunca exportadoras, as sempre exportadoras e as que saíram do mercado internacional no período). Ficou evidente que as não exportadoras apresentam menor produtividade em relação às exportadoras. Esse resultado é mais intenso para firmas de pequeno porte. Os resultados sinalizam, primeiro, que o maior nível de produtividade das firmas exportadoras no Brasil parece ser fruto de processos de seleção das firmas na entrada e na saída do mercado de exportação; segundo, os autores concluem que não aparenta

1. BIESEBROECK, J. Exporting raises productivity in Sub-Saharan African manufacturing firms. *Journal of International Economics*, v. 67, n. 2, 2005.

haver uma aprendizagem produtiva com a exportação brasileira. Além disso, conclui-se que há maior produtividade das firmas, quando exportam para mercados maiores e mais competitivos. Finalmente, não se encontrou um resultado indicando aprendizagem de firmas exportadoras para maiores mercados. As bases de dados utilizadas foram as seguintes: Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE; Secretaria de Comércio Exterior (Secex); e Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE). Já a análise se refere ao período de 1997 a 2003.

Um trabalho que desenvolve evidências alternativas ao anteriormente referido é o de Cirera *et al.* (2023). Aqui se utiliza uma base de dados específica à investigação em curso (se há aprendizado das firmas exportadores ao entrarem no mercado internacional), ou seja, o Firm-level Adoption of Technology (FAT), que traz evidências mais acuradas que as adotadas em Hidalgo e Da Mata (2009). O objetivo do artigo de Cirera *et al.* (2023) é verificar se a atividade exportadora causa impacto no aprimoramento tecnológico e na inovação das firmas brasileiras. Os dados são de 2019 e de 2022. Dois canais são testados a partir do evento de exportação: primeiro, as exportações aumentam a escala da produção da firma, o que incentiva a adoção de novas tecnologias; segundo, as firmas exportadoras fazem uma aprendizagem a partir de quando assinam contratos de exportação, o que as leva a aumentar a qualidade de seus produtos. Em síntese, a literatura sugere que há dois canais que incentivam o aprimoramento tecnológico das empresas exportadoras: o efeito de aprendizagem e o efeito escala.

Entretanto, Cirera *et al.* (2023, p. 2) afirmam que há dois desafios conceituais nos efeitos previamente descritos. Primeiro, a separação da direção causal desses efeitos é difícil, dado que firmas mais produtivas tendem a ser exportadoras, participando de mercados internacionais e, dessa forma, tendem a ser mais sofisticadas tecnologicamente. Além disso, na preparação para exportar, as firmas podem aprimorar suas tecnologias para gerar ganhos de competitividade e aprimoramentos de qualidade, levando-as a exportar. O segundo desafio conceitual é a falta de dados em utilização de tecnologia. A maioria dos trabalhos abordam medidas de tecnologia indireta (como patentes e pesquisa e desenvolvimento – P&D); apenas alguns utilizam medidas de tecnologia direta. Terceiro, o uso de tecnologia é multidimensional na sua aplicação para diferentes funções empresariais. As firmas adotam diferentes tecnologias para distintos fins, ainda que na mesma função empresarial. Os autores acreditam ter superado tais limitações por utilizarem uma base de dados com medidas diretas de tecnologia (a citada FAT) e por aplicarem uma metodologia de causalidade de diferenças em diferenças.

Nesse cômputo de causalidade, as variáveis dependentes focaram as seguintes funções empresariais gerais: administração empresarial, planejamento de produção, gerenciamento das cadeias produtivas, propaganda, vendas, pagamento, controle de qualidade e fabricação (apenas para firmas industriais). A lista de tecnologias para as funções empresariais é a seguinte: i) *software* especializado e *enterprise resource planning* (ERP) para administração empresarial; ii) *software* especializado e ERP para planejamento de produção; iii) *supplier relationship management* (SRM) para gerenciamento de cadeia produtiva; iv) *software* de *customer relationship management* (CRM) e análise de *big data* ou *machine learning* para propaganda; v) máquinas de controle numérico, robôs e manufatura avançada para fabricação; vi) vendas *online* e ordens eletrônicas integradas a cadeias produtivas especializadas em métodos de vendas; vii) pagamento eletrônico ou *online* por meio de bancos de métodos de pagamento; e viii) processo de controle estatístico com monitoramento de *software* e gerenciamento de dados e sistemas automáticos para controle de qualidade.

Os autores encontraram um impacto significante e positivo de entrada no mercado internacional para a adoção de tecnologias mais sofisticadas na maioria das funções empresariais, principalmente em administração empresarial, planejamento de produção, gerência de cadeia produtiva e controle de qualidade. Não são visualizados efeitos de antecipação previamente à entrada no mercado internacional; e, depois da entrada, há um claro efeito positivo, que aumenta com o tempo. Ou seja, os resultados são coerentes com a expectativa de que a exportação aumenta as "camadas" empresariais: as firmas ampliam o número de gerentes e adotam tecnologias mais sofisticadas para a administração empresarial. Além disso, os resultados são também consistentes com a explicação via efeito escala, ou seja, demandas de exportação maiores induzem a adoção de novas tecnologias.

Devemos considerar, afinal, seguindo Romer (1990, p. S72), que a mudança tecnológica (aprimoramentos na manipulação de insumos) está no coração do crescimento econômico e gera um incentivo para a continuidade de acumulação de capital, o que, junto à mudança tecnológica, é responsável e a causa principal do aumento da produtividade do trabalho, ou seja, produção por hora trabalhada.

A associação de Cirera *et al.* (2023) com Romer (1990) nos faz crer que o acesso ao mercado internacional de exportadores os leva à adoção de novas tecnologias, o que resulta em maior produtividade do trabalho.

Finalmente, como é unanimidade considerar que as firmas exportadoras são mais produtivas que as não exportadoras, poderíamos dizer que o crescimento da produção de empresas exportadoras, por meio de um aumento da proporção de empresas exportadoras na produção, levaria ao aumento da produtividade do trabalho de toda a economia.

2.1.3 FBCF

Desenvolvemos nesta subseção uma relação entre a variação do estoque de capital e a produtividade do trabalho. Para tanto, precisamos de uma relação funcional entre estoque de capital e produção. A relação entre variação de estoque de capital e produtividade aqui desenvolvida se refere ao item iii) da subseção 2.1, alteração de recursos via investimento.

Partiremos do modelo de Solow (1956, p. 66) para especificar a relação entre FBCF e produtividade do trabalho. Construindo seu modelo, Solow parte da abstração de haver na economia apenas uma mercadoria, produto como um todo, cuja taxa de crescimento é dada por $Y(t)$. Assim, pode-se sem ambiguidade falar em renda real de uma economia. Uma parte da renda é consumida, outra é poupada e investida. A fração poupada da renda é s, e o valor da poupança é $sY(t)$. O estoque de capital $K(t)$ da economia toma a forma de uma acumulação da mercadoria única. O investimento líquido (FBCF) é a taxa de aumento do estoque de capital dK/dt ou $K'(t)$. Isso leva à identidade:

$$K' = sY \tag{2}$$

O produto Y (produto líquido, descontada a depreciação do capital) é confeccionado com a ajuda de dois fatores de produção, capital e trabalho, sendo este último representado por $L(t)$. As possibilidades de produção (curva de possibilidades de produção), com tecnologia constante, são representadas pela seguinte função de produção:

$$Y = F(K, L) \tag{3}$$

A produção, assim, apresenta retornos constantes de escala. Logo, a função de produção é homogênea de primeiro grau.

Se conhecemos a taxa de crescimento do estoque de capital e a da força de trabalho, pode-se computar a taxa de crescimento da produção real, por meio da função de produção. A equação de produtividade marginal determina a taxa de crescimento do salário real. Além disso, a cada período o estoque preexistente de capital é ofertado,

determinando a produtividade marginal do capital, o que, por sua vez, determina as rendas a serem auferidas.

Sintetizando, Solow (1956, p. 68) explica: em um determinado momento do tempo, a oferta de trabalho é dada, o mesmo acontecendo com o estoque de capital; as remunerações do trabalho e do capital se ajustarão, de maneira a trabalhar no pleno emprego, o que resultará na taxa de produção corrente; a variável s determinará o quanto é poupado e investido. Assim, sabemos a acumulação líquida de capital no período corrente (FBCF). Somada ao estoque líquido de capital vindo do período anterior, a acumulação de capital corrente leva ao estoque de capital disponível no período seguinte, reiniciando todo o processo na sequência.

Na equação (3) temos tecnologia constante, ou seja, trata-se de uma curva de fronteira de produção. Buscando flexibilizar tal restrição, temos uma nova formulação para a mesma equação:

$$Y = Em.F(K, L) \quad (4)$$

Em que:

Em = medida de mudança tecnológica.

Como a equação (4) encerra retornos constantes de escala, além de ser homogênea de grau 1, podemos escrevê-la da seguinte maneira:

$$Y/L = Em.F(K/L, 1) \quad (5)$$

Ou seja, a produtividade do trabalho depende da mudança tecnológica (D) e da intensidade de capital por emprego de trabalhador (K/L). Como a FBCF altera a intensidade de capital por emprego de trabalhador, podemos considerar que a FBCF é um dos determinantes da produtividade do trabalho.

Solow (1957, p. 312-320) considera que o crescimento de todas as economias vai convergir para um estado estacionário, e os países menos desenvolvidos farão uma aprendizagem (*catch up*) com os países ricos, para evoluir até o estado estacionário de todos os países. Como tal convergência não ocorreu, há basicamente dois adendos ao modelo de Solow (1956 e 1957) que tentam explicar a não convergência.

O primeiro deles se deve a Acemoglu e Zilibotti (2001). Os autores argumentam que a explicação da nova teoria do crescimento (Romer, 1990; 1993; Prescott, 1998

apud Acemoglu e Zilibotti, 2001) de que a diferença de renda *per capita* persistente entre PD e PED se deve a diferenças em conhecimento de tecnologia parece pouco plausível. Isso porque grandes diferenças em tecnologia entre PD e PED não se sustentariam frente ao fluxo livre e rápido de ideias, além do fato de as máquinas que incorporam tecnologias melhores poderem ser importadas pelos países menos desenvolvidos. Os autores argumentam que, mesmo quando todos os países têm acesso ao mesmo conjunto de tecnologias, haverá ainda grandes diferenças de produtividade entre os PD e os PED. Muitas tecnologias utilizadas em PED são importadas dos PD. Essas tecnologias são projetadas para trabalhar com os fatores e as condições dos PD. O centro do argumento dos autores é que, devido a diferenças em condições econômicas e preços de fatores, essas tecnologias são sempre inadequadas para os PED (Acemoglu e Zilibotti, 2001, p. 564). Mesmo com diferenças de necessidade tecnológica entre PED e PD (clima, geografia, cultura etc.), a principal seriam as diferenças em escassez de habilidades, do ponto de vista prático. Os PD tendem a desenvolver tecnologias complementares às habilidades de seus países (viés de habilidades). Isso porque, nos PD, as novas tecnologias, na maioria das indústrias, tendem a substituir trabalhadores com menos habilidade por trabalhadores com mais habilidade, o que tem uso limitado para PED com escassas habilidades entre os trabalhadores.

A principal conclusão de Acemoglu e Zilibotti (2001, p. 564) é a seguinte: esse desencontro de habilidade tecnológica entre PD e PED leva a diferenças de produtividade e expressiva heterogeneidade entre PD e PED, mesmo sem barreiras para a transferência de tecnologia.

Em Acemoglu e Dell (2009, p. 1-34), faz-se uma evolução conceitual da heterogeneidade citada em Acemoglu e Zilibotti (2001): trata-se não de diferenciais de habilidade, mas de adequação institucional, que leva a heterogeneidades institucionais entre países, entre regiões dos países, entre municípios das regiões e entre localidades dos municípios, que implicam em heterogeneidades de produtividade. Essa heterogeneidade institucional é importante para a produtividade, por ser um condicionante forte da eficiência produtiva local.

Finalmente, dentro deste modelo, Mankiw *et al*. (1992 *apud* Stundziene e Saboniene, 2019, p. 3520)[2] sugerem um modelo modificado pela variabilidade do investimento em capital físico e humano e crescimento da força de trabalho.

2. MANKIW, G. N.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 107, n. 2, 1992.

2.1.4 Insumos importados

Outro determinante de produtividade é a importação de insumos. Esse determinante se refere à variável ii), da subseção 2.1.

A literatura apresenta vários casos de aumento de produtividade devido à importação de insumos.

Blalock e Veloso (2007) desenvolvem um estudo investigando a possibilidade de importações aumentarem a capacidade tecnológica das firmas. A importação aparece como fonte de aprendizagem tecnológica na França (MacGarvie, 2006 *apud* Blalock e Veloso, 2007, p. 1136).[3] E, consequentemente, os insumos importados, junto aos locais, tornam o processo produtivo mais eficiente devido à qualidade técnica mais elevada dos importados, que tornam a produção mais ajustada e/ou com menores erros.

Nessa linha, Rodrik (1999 *apud* Blalock e Veloso 2007, p. 1136)[4] indica que os insumos de melhor qualidade podem não apenas aprimorar a eficiência do processo produtivo, mas também a qualidade do produto final, que aufere assim maior valor adicionado.

Outro efeito pode ocorrer: os fornecedores domésticos dos insumos agora importados podem se sentir incentivados a alterar tecnologicamente os insumos que produzem localmente, fazendo-os idênticos aos importados; seus clientes, que antes importavam, podem deixar de fazê-lo, uma vez que ao comprar localmente enfrentam transporte mais ágil e mais barato, além de não estarem submetidos ao risco cambial; quando os insumos antes importados forem totalmente substituídos pelos locais, estes serão muito melhores, mais produtivos, disseminando maior produtividade em geral.

Halpern, Koren e Szeidl (2015) desenvolvem uma análise que explora a influência de importação de insumos – que são a maioria esmagadora do comércio internacional – na produtividade das firmas. O aumento de eficiência técnica e de produtividade leva a maior lucratividade e a maior valor agregado na produção – devido ao aumento do escopo dos produtos finais.

Ahn e Choi (2016, p. 3) enumeram os seguintes canais de impacto dos insumos importados na produtividade das firmas: i) aprendizagem tecnológica mais avançada embutida nos insumos importados; ii) aumento de qualidade de produtos a partir de

3. MACGARVIE, M. Do firms learn from international trade? *Review of Economics and Statistics*, v. 88, n. 1, 2006.
4. RODRIK, D. *The new global economy and developing countries*: making openness work. Washington, D. C.: J. Hopkins University Press, 1999.

insumos importados de melhor qualidade; iii) ampliação da variedade de produtos devido a um conjunto maior de insumos disponíveis; e iv) finalmente, o fato de a importação ser pró-cíclica e aumentar a produtividade.

Pane e Patunru (2023) enfatizam a importância do comércio internacional de insumos como fonte de tecnologia de avanço na produtividade. A vantagem de utilizar insumos importados na produção é significativa. Há ganhos de insumos importados devido à divisão do trabalho mais profunda. Isso aumenta a produtividade das firmas importadoras, o escopo e a qualidade de seus produtos, o que se deve a muitos processos. Primeiro, uma qualidade mais alta de insumos importados pode incrementar a qualidade do produto final, portanto, ampliar a demanda do produto da firma e, consequentemente, elevar a lucratividade. Segundo, utilizando variedade maior de insumos importados que não estão disponíveis domesticamente, é possível auferir maiores ganhos por meio de inovação de produto, que podem aumentar a lucratividade da firma. Terceiro, insumos importados podem ajudar a reduzir os custos de produção, uma vez que são mais eficientes que os insumos domésticos. Quarto, insumos importados ajudam a melhorar a eficiência da divisão do trabalho e, assim, a produtividade total da firma.

2.1.5 Mudança tecnológica

Abordaremos nesta subseção a influência da mudança tecnológica na produtividade, que corresponde ao determinante do item i), apresentado na subseção 2.1.

Griliches (1980; 1998) considera que a melhor métrica de mudança tecnológica e sua influência na produção vem da econometria e da metodologia da MIP (esta última adotada neste trabalho). Isso porque o estudo de caso é menos abrangente, mais caro e mais demorado.

Assim, derivamos do fluxo total de P&D a influência da mudança tecnológica na produção, uma vez que a mudança tecnológica não é considerada resíduo da função de produção. Isso significa que estamos tomando como válida a consideração de que é possível aplicar o cálculo infinitesimal à grandeza de P&D (Griliches, 1980, p. 343; 1998, p. 18).

Há dificuldade de avaliação métrica das mudanças qualitativas que a mudança tecnológica traz para a produção. Para superar esses problemas, o autor trabalha, por um lado, com as CNABs (também a opção deste trabalho) e interpreta a questão de

influência de P&D na produtividade como referente a valores agregados para toda a economia ou em setores das CNABs (igualmente a opção deste trabalho) (Griliches, 1998, p. 19).

Em Griliches (1998, p. 20) opta-se por modelar a seguinte função de produção:

$$Y = F(X, K, u) \quad (6)$$

Na equação (6), conecta-se uma medida de produção (Y) aos insumos X, K e u, em que X é um índice de insumos convencionais do tipo trabalho e capital; K é a medida do estado corrente de conhecimento tecnológico; e u se refere aos não mensuráveis determinantes de produção e produtividade. Assume-se, ainda, o seguinte:

$$K = G[W(B)R, v] \quad (7)$$

Em que $W(B)$ é um polinômio defasado; e R, o gasto com P&D; isso significa que o estado atual de conhecimento tecnológico é influenciado pela soma do esforço de P&D presente e passado, de maneira acumulada.

Devemos considerar que o total de P&D é incorporado na FBCF consolidada, ou seja, no capital instalado, como indicam a European Commission *et al*. (2009, p. 206). Portanto, a equação (17) pode ser reescrita como:

$$Y = F(X, A, u) \quad (8)$$

Em que X contém o volume de P&D acumulado, como na equação (7), uma vez que ele é paulatinamente acrescentado (com depreciação) ao estoque de capital via FBCF; e A é a matriz de coeficientes técnicos da MIP, que retrata a tecnologia do estoque de capital em cada setor. Como considera Bulmer-Thomas (1982, p. 55), a estrutura de coeficientes técnicos reflete a tecnologia do capital instalado. Quando *A* se altera, significa que houve uma mudança tecnológica. Assim, podemos substituir o volume de P&D da equação (7) pela alteração de *A*, a cada período em que se calcula a produção via MIP. Aqui adotamos *A* como estado tecnológico e este como instruções da combinação de insumos (Romer, 1990, p. S72).

Dessa maneira, a definição de tecnologia é um estado ou conhecimento de combinar insumos, que se altera no tempo e no espaço. Ou seja, não são necessariamente os insumos que se modificam, mas a forma e a combinação feitas com eles.

No coração do crescimento econômico está a mudança tecnológica (mudança na combinação de insumos para produzir). A mudança tecnológica é um incentivo para a continuidade da acumulação de capital. Os dois juntos (acumulação de capital e mudança tecnológica) são responsáveis pela maior parte do aumento da produtividade do trabalho.

Outro aspecto é que a mudança tecnológica ocorre, na sua maior parte, devido a ações intencionais levadas a cabo por pessoas que respondem aos incentivos de mercado. Isso não significa que todos que são agentes de mudança tecnológica são orientados pelo mercado. A premissa é, entretanto, que incentivos de mercado jogam um papel essencial no processo em que um novo conhecimento é transformado em bens com valor de mercado.

Um último aspecto é que instruções para combinar insumos são inerentemente diferentes de outros bens econômicos. Uma vez que o custo de sua elaboração é pago, a instrução pode ser usada indefinidamente a custo nulo. Assim, desenvolver novas e melhores instruções é incorrer em um custo fixo.

Essas três premissas significam que a mudança tecnológica não é um resíduo aleatório, mas parte do cálculo econômico. Na formulação da MIP, ela está presente na matriz tecnológica A, cuja variação indica a mudança tecnológica. Trata-se da representação matricial das proporções de insumos combinados segundo o capital (e o P&D) instalado de cada setor. A mudança tecnológica tem impacto na produtividade do trabalho da economia.

2.2 Outros trabalhos no Brasil sobre determinantes de produtividade

Nesta subseção, faremos uma revisão dos trabalhos brasileiros sobre determinantes de produtividade. Depois, apresentaremos os aspectos que este trabalho acrescenta aos existentes no Brasil.

2.2.1 Determinante de competitividade sobre produtividade total dos fatores

No estudo de Sasseron e Nakabashi (2018, p. 252-253), utilizam-se indicadores que formam o Global Competitiveness Index (GCI) em 2015 e, particularmente, os chamados pilares de competitividade, seus subíndices e o índice geral, como indicadores dos elementos influenciadores na produtividade total dos fatores (PTF) – para

estudar o impacto do GCI e de seus componentes sobre a PTF. As regressões foram feitas em um método generalizado dos momentos (*generalized method of moments* – GMM) em painel dinâmico, com o uso das defasagens das variáveis explicativas como instrumentos.

Para o modelo com pilares de competitividade, o desenvolvimento do mercado financeiro foi o único a apresentar impacto positivo na PTF. Para as especificações que utilizam os subíndices do GCI como variável explicativa, o subíndice baseado em eficiência foi o único a apresentar efeito positivo. Este subíndice se compõe do seguinte: i) ensino superior e treinamento; ii) eficiência do mercado de produtos; iii) eficiência do mercado de trabalho; iv) desenvolvimento do mercado financeiro; v) capacidade de absorção tecnológica; e vi) tamanho do mercado. Assim, o GCI afeta a produtividade dos países pelo subíndice baseado em eficiência, uma vez que seus componentes afetam diretamente a produtividade, por construção. Os componentes apoiados em recursos (instituições; infraestrutura; ambiente macroeconômico; saúde; e ensino básico) se relacionam mais às causas da acumulação de fatores de produção. Já o subíndice baseado em inovação (sofisticação do ambiente de negócios e inovação) parece mais típico de ser influenciador dos países mais desenvolvidos – entretanto, em minoria da amostra do GCI (Sasseron e Nakabashi, 2018, p. 265-266).

Se utilizamos apenas o índice GCI como regressor, encontra-se que "um aumento em uma unidade do índice leva a um crescimento líquido na produtividade entre 12 e 21%" (Sasseron e Nakabashi, 2018, p. 270).

Já os coeficientes estimados da produtividade defasada têm forte inércia. Ou seja, os fatores que afetam a produtividade apresentam forte efeito ao longo do tempo.

2.2.2 Determinantes da produtividade do trabalho no Brasil

Souza e Cunha (2020) buscam avaliar (por econometria) em série de tempo os determinantes da produtividade do trabalho no Brasil entre 2004 e 2014.

O primeiro determinante é o capital humano (educação, treinamento, saúde e alimentação). Quanto mais o trabalhador adquire habilidades, mais aumenta sua produtividade, o que é visível em ganho salarial. Entretanto, a partir de certa idade do trabalhador, sua produtividade passará a cair, sendo reduzido também o seu salário, principalmente em atividades ou trabalhos físicos (Souza e Cunha, 2020, p. 198-199).

Um segundo determinante é a inovação. Griliches (1979 *apud* Souza e Cunha, 2020, p. 199)[5] mostra a influência expressiva de P&D corrente e acumulada na PTF, com uma defasagem de três a cinco anos, se utilizamos a função de produção. Conclui-se, assim, que a inovação influencia a produtividade (Souza e Cunha, 2020, p. 200).

Outro determinante importante é a infraestrutura, que contribui fortemente para ganhos de produtividade. A infraestrutura pública é de difícil precificação pelo setor privado, mas suas externalidades são decisivas, ao reduzir os custos do setor privado que utiliza a infraestrutura e, portanto, aumentar sua produtividade marginal do capital e sua produtividade (Aschauer, 1989 *apud* Souza e Cunha, 2020, p. 200).[6]

O que explica a diferença de produtividade regionalmente é a diferença de instituições no espaço. As instituições podem ser informais (costumes e tradições) ou formais (leis e direitos de propriedade), e definem as interações sociais. Um bom ambiente institucional, formado por instituições políticas e econômicas, é fundamental para induzir um crescimento na produtividade. O ambiente institucional adequado reduz custos de transação, tendo um bom impacto no nível de produtividade (North, 1990 *apud* Souza e Cunha, 2020, p. 201).[7]

Um penúltimo determinante viria do grau de abertura econômica. Esta promoveria uma especialização na atividade econômica, principalmente do P&D, aumentando a qualidade dos setores produtores e sua produtividade (Grossman e Helpman, 1990 *apud* Souza e Cunha, 2020, p. 201-202).[8]

Finalmente, o ambiente de negócios, facilitando a atividade empresarial, seria um determinante de produtividade (Djankov *et al.*, 2002 *apud* Souza e Cunha, 2020, p. 202).[9] Todos os determinantes e a produtividade do trabalho cresceram de 2004 a 2014. Os determinantes que mais cresceram foram o estoque de capital humano e a qualidade institucional, além de serem os determinantes a sofrer menor impacto com a crise de 2008. Os determinantes com maior volatilidade são a inovação e a abertura de mercado.

5. GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of Economics*, v. 10, n. 1, 1979.

6. ASCHAUER, D. A. Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, v. 23, 1989.

7. NORTH, D. C. *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge, United Kingdom: CUP, 1990.

8. GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. Comparative advantage and long-run growth. *American Economic Review*, v. 80, n. 4, p. 796-815, 1990.

9. DJANKOV, S. *et al*. The regulation of entry. *Quarterly Journal of Economics*, v. 117, n. 1, Feb. 2002.

Os determinantes de ambiente de negócios e infraestrutura tenderam a crescer, mas de forma mais sustentada (Souza e Cunha, 2020, p. 210).

Os resultados foram os seguintes: com exceção da inovação, todos os determinantes contribuíram positivamente com a produtividade do trabalho; no longo prazo, os determinantes abertura de mercado, infraestrutura e qualidade institucional, além de apresentarem contribuição positiva para a evolução da produtividade do trabalho, também foram significativos; o determinante de mais alta elasticidade foi qualidade institucional (Souza e Cunha, 2020, p. 212).

A resposta ao impulso dos determinantes mostrou que todos tiveram evolução positiva, exceto inovação. Entretanto, a significância no longo prazo ocorreu apenas para os determinantes qualidade institucional e infraestrutura, principalmente o último, no quesito transportes (Souza e Cunha, 2020, p. 212-215).

2.2.3 A especificidade deste trabalho

Este trabalho desenvolve a avaliação de determinantes de produtividade do trabalho via MIP, com o que incorpora o papel de relações intersetoriais das cadeias produtivas brasileiras, mesmo que superpostas devido ao fato de cada determinante abarcar uma série de setores da economia. Assim, trabalhamos com indicadores dinâmicos de produtividade em vários setores encadeados, e não com uma "firma representativa" que não incorpora relações intersetoriais dos setores trabalhando juntos.

Outro aspecto é que os determinantes são exaustivos, ou seja, incorporam todos os determinantes possíveis de uma economia no impacto sobre a quantidade produzida.[10]

3 METODOLOGIA

Os cálculos desenvolvidos por este trabalho se dividem em três partes: primeiro, o cálculo do impacto dos determinantes sobre a quantidade produzida nas cadeias; segundo, o cálculo da produtividade do trabalho associada a cada determinante; terceiro, a evolução do salário anual real por ocupação atrelado a cada determinante. A primeira parte se baseia em Holland e Martin (1993) e Bahia (2015); a segunda, em Bahia (2012); e a terceira parte é de elaboração própria.

10. Para mais informações, ver itens de i) a iv) na subseção 2.1 deste texto para discussão.

3.1 Os componentes determinantes da produção

Partiremos da seguinte decomposição exaustiva da produção, presente em Holland e Martin (1993, p. 70):

$$\Delta Q = \Delta W + \Delta F + \Delta E + \Delta M \quad (9)$$

Em que:

ΔQ = vetor-coluna de mudanças reais na produção dos setores;

ΔW = vetor-coluna de mudanças diretas e indiretas de consumo intermediário dos setores;

ΔF = vetor-coluna de mudanças de produção dos setores advindas direta e indiretamente da demanda final doméstica;

ΔE = vetor-coluna de produção setorial advinda de mudanças na demanda de exportações; e

ΔM = vetor-coluna de mudanças na produção setorial advindas direta e indiretamente de mudanças no consumo importado.

A decomposição da equação (9) é exaustiva, ou seja, contempla todos os componentes contábeis da variação da produção *Q*. A partir de cada item de decomposição teremos um determinante da variação de *Q* e, portanto, como veremos, da variação da produtividade. Trabalhamos com o período de 2000 a 2020, dividido em quatro subperíodos: 2000 a 2004 – que contempla o período depois da desvalorização cambial de 1999, da crise da Argentina e do racionamento de energia, que estende suas dificuldades até o segundo semestre de 2004; 2005 a 2008 – que contempla o crescimento econômico iniciado no primeiro governo Lula até a deflagração da crise de 2008; 2009 a 2014 – que contempla o período depois da crise de 2008 até as vésperas do ajuste recessivo logo depois de 2014; 2015 a 2020 – que contempla o ajuste recessivo e a acomodação produtiva até 2020; e, finalmente, faremos também o cálculo para o período de 2000 a 2020, como um todo.

As equações a seguir expressam as operações básicas (Holland e Martin, 1993, p. 71 e 72).

$$Q_{iT} = W_{iT}^{d} + F_{iT}^{d} + E_{iT} \quad (10)$$

$$M_{iT} = W_{iT}^{M} + F_{iT}^{M} \quad (11)$$

$$F_{iT} = F_{iT}^{d} + F_{iT}^{M} \quad (12)$$

Em que:

Q_{iT} = produção doméstica no setor i no ano T;

W_{iT}^{d} = demanda intermediária doméstica do setor i no ano T;

F_{iT}^{d} = demanda final doméstica no setor i no ano T;

E_{iT} = demanda de exportação do setor i no ano T;

M_{iT} = importações do setor i no ano T;

W_{iT}^{M} = demanda de importações intermediárias do setor i no ano T; e

F_{iT}^{M} = importações de demanda final de bens do setor i no ano T.

São estabelecidas duas variáveis para converter valores domésticos e externos em apenas domésticos, quais sejam:

$$d_{iT} = F_{iT}^{d} / F_{iT} \quad (13)$$

Para a demanda intermediária, utilizaremos o seguinte conversor:

$$w_{iT} = W_{iT}^{d} / W_{iT} \quad (14)$$

A seguir, podemos expressar ΔQ em termos de seus determinantes:

$$\Delta Q_{T,T+1} = D_{T,T+1}^{A} + D_{T,T+1}^{C} + D_{T,T+1}^{D} + D_{T,T+1}^{E} + D_{T,T+1}^{F} \quad (15)$$

Em que:

$D_{T,T+1}^{A}$ = variações de produção devido à variação do consumo das famílias entre T e $T+1$;

$D_{T,T+1}^{C}$ = variações de produção devido à variação da FBCF entre T e $T+1$;

$D_{T,T+1}^{D}$ = variações de produção devido à variação das exportações entre T e $T+1$;

$D_{T,T+1}^{E}$ = variações de produção devido à variação de importações entre T e $T+1$; e

$D^{F}_{T,T+1}$ = variações de produção devido à mudança tecnológica entre T e $T+1$.

Na próxima subseção, abordaremos cada um dos determinantes.

3.1.1 Consumo das famílias

Na subseção 2.1.1 abordamos a lei de Verdoorn, que enfatiza um impacto de produtividade do trabalho para a demanda final em tendência. Acreditamos que o consumo das famílias é o mais estável e o maior componente da demanda final, com o que sua consideração estaria captando a referida tendência majoritariamente. Além disso, o consumo das famílias seria o componente exógeno (iv) de modificação da economia, expresso na subseção 2.1.

$$D^{A}_{T,T+1} = R_T . d_{iT} . CF_{T+1} - R_T . d_{iT} . CF_T \quad (16)$$

Em que:

R_T = inversa de Leontief no ano T;

CF_T = vetor de consumo das famílias no ano T; e

CF_{T+1} = vetor de consumo das famílias no ano $(T+1)$.

3.1.2 FBCF

A interpretação teórica deste determinante é dupla. Por um lado, a FBCF é uma componente da demanda final, o que sugere uma interpretação via lei de Verdoorn na subseção 2.1.1. Por outro lado, utilizando a função de produção via Solow, pode-se deduzir um impacto na produtividade do trabalho, na subseção 2.1.3 e no item iii) dos influenciadores exógenos da mudança econômica, apresentados na subseção 2.1 – mesmo que se considere ser a influência da FBCF matizada por outros fatores, como a citada heterogeneidade institucional no espaço e no tempo.

$$D^{C}_{T,T+1} = R_T . d_{iT} . FBCF_{T+1} - R_T . d_{iT} . FBCF_T \quad (17)$$

Em que:

$FBCF_T$ = vetor de FBCF no ano T; e

$FBCF_{T+1}$ = vetor de FBCF no ano $(T+1)$.

3.1.3 Exportações

As exportações também ensejam uma dupla interpretação teórica. Por um lado, são um conhecido componente da lei de Verdoorn na demanda final (ver subseção 2.1.1). Por outro lado, apesar de não ser consenso absoluto, as firmas que exportam têm aprendizagem que as fazem evoluir tecnologicamente (ver subseção 2.1.2), além de serem as firmas exportadoras as mais produtivas (evidência sem dúvida), o que alavanca a produtividade de toda a economia se as exportações também aumentam. Finalmente, podemos dizer que as exportações expressam parcela da economia sujeita à concorrência internacional, sendo também um fator exógeno da mudança econômica – item ii) da subseção 2.1.

As equações são as seguintes:

$$D^{D}_{T,T+1} = R_T . E_{T+1} - R_T . E_T \quad (18)$$

Em que:

E_T = vetor de exportações no ano T; e

E_{T+1} = vetor de exportações no ano $(T + 1)$.

3.1.4 Abertura comercial

Na subseção 2.1.4, observamos que a abertura à importação de insumos tende a aumentar a produtividade da economia, por aprimorar o processo produtivo e a qualidade dos produtos domésticos, o que aumenta a lucratividade dos importadores. Paralelamente a isso, a abertura comercial faz a economia ser mais submetida à concorrência externa, o que é um fator exógeno de mudança econômica.[11]

As equações são:

$$D^{E}_{T,T+1} = R_T.d_{T+1}.F_{T+1} + R_T.w_{T+1}.W_{T+1} - R_T.d_T.F_{T+1} - R_T.w_T.W_{T+1} \quad (19)$$

Em que:

d_T = vetor do conversor d no ano T;

d_{T+1} = vetor do conversor d no ano $(T + 1)$;

11. A respeito desse fator exógeno de mudança econômica, ver item ii) da subseção 2.1.

w_T = vetor do conversor w no ano T; e

w_{T+1} = vetor do conversor w no ano $(T + 1)$.

3.1.5 Mudança tecnológica

O impacto da mudança tecnológica sobre a produtividade se dá pelo acúmulo no tempo de P&D. Entretanto, o P&D acumulado faz parte do capital instalado. Já o capital instalado numa MIP se expressa pelas proporções de insumos de cada setor, ou seja, se identifica na matriz de coeficientes técnicos, também chamada matriz tecnológica de uma MIP. A alteração no tempo da matriz tecnológica expressa a mudança tecnológica do capital instalado e, no caso, se deve em boa parte à transformação de P&D acumulado em capital. Este fator exógeno se refere ao item i) da subseção 2.2.

A equação para mudança tecnológica é a seguinte:

$$D^{F}_{T,T+1} = R_T . A_{T+1} Y_{T+1} - R_T . A_T Y_{T+1} \quad (20)$$

Em que:

A_{T+1} = matriz de coeficientes técnicos no ano $(T + 1)$;

A_T = matriz de coeficientes técnicos no ano T; e

Y_{T+1} = vetor-coluna de valor de produção no ano $(T + 1)$.

3.2 Cálculo da produtividade do trabalho

Nesta subseção descrevemos a metodologia utilizada para se calcular a produtividade do trabalho setorial. Três aspectos merecem ser destacados:

1) A metodologia de cálculo da produtividade do trabalho aqui apresentada baseia-se em Bahia (2012; 2015).

2) As MIPs, utilizadas nos cálculos, foram obtidas a partir das CNABs de 2000 a 2020 (as atualmente publicadas), a preços constantes de 2000, utilizando a metodologia de Guilhoto e Sesso Filho (2005; 2010).

3) O fator trabalho é expresso pelas ocupações setoriais, não o pessoal ocupado, como publicado nas CNABs atuais.

Calculamos os vetores-coluna para T e $(T + 1)$ de número de ocupações dividido pelo valor de produção de cada atividade, a partir das CNABs de T e $(T + 1)$, respectivamente:

OCP_T

OCP_{T+1}

O vetor-coluna de valor de produção resultante do cálculo de cada determinante é:

D_T^i = vetor-coluna de valor de produção devido ao determinante i no ano T; e

D_{T+1}^i = vetor-coluna de valor de produção devido ao determinante i no ano $(T + 1)$.

Os determinantes são:

$i = A$ (subseção 3.1.1);

$i = C$ (subseção 3.1.2);

$i = D$ (subseção 3.1.3);

$i = E$ (subseção 3.1.4); e

$i = F$ (subseção 3.1.5).

Os vetores em T e $(T + 1)$ apenas de ocupações são os seguintes:

$$OC_{T,i} = (D_T^i) \times OCP_T \quad (21)$$

$$OC_{T+1,i} = (D_{T+1}^i) \times OCP_{T+1} \quad (22)$$

O total de ocupações em T e $(T + 1)$ é o seguinte:

$$TOC_{T,i} = \mathrm{U}.OC_{T,i} \quad (23)$$

$$TOC_{T+1,i} = \mathrm{U}.OC_{T+1,i} \quad (24)$$

Em que U é um vetor-linha unitário.

O total de VP de cada cadeia produtiva em T e $(T + 1)$ é o seguinte:

$$TVP_{T,i} = \mathrm{U}.(D_T^i) \quad (25)$$

$$TVP_{T+1,i} = \mathrm{U}.(D_{T+1}^i) \quad (26)$$

A produtividade de toda a cadeia produtiva em T e $(T+1)$ é a seguinte:

$$PDT_{T,i} = TVP_{T,i}/TOC_{T,i} \quad (27)$$

$$PDT_{T+1,i} = TVP_{T+1,i}/TOC_{T+1,i} \quad (28)$$

3.3 Avaliação metodológica do cálculo da produtividade do trabalho

Nesta subseção, faremos uma avaliação metodológica do cálculo de produtividade acima explicitado. Primeiro, desenvolveremos uma breve revisão teórica do tema de causalidade em economia, aplicada à especificidade deste trabalho, a partir de Hicks (1979) e Maziarz (2020). Finalmente, aplicaremos a revisão teórica ao exercício de cálculo de produtividade aqui executado.

3.3.1 A contribuição seminal de Hicks (1979)

Hicks (1979, p. 1) inicia sustentando que o conhecimento econômico é extremamente imperfeito, e que o possível é se ter um conhecimento perto da certeza, ao se diminuir o seu grau de incerteza (Hicks, 1979, p. 2).

O segundo aspecto é a relação de economia e tempo. Assim, é essencial a antecedência, no tempo, da causa, para depois termos o efeito. O economista, ao tratar o presente, tem como referência o passado (Hicks, 1979, p. 3-4). Se esse relacionamento entre passado e presente mostrou-se bem-sucedido, estamos dizendo que A (ocorrido no passado) causou B (que ocorre no presente). Dito de maneira mais abrangente: A (ocorrido no passado) causou B (ocorrido um tempo depois). Seria A o *ex ante*, e B, o *ex post* (Hicks, 1979, p. 10).

Adicionalmente, deve-se considerar que se A não tivesse ocorrido, B também não teria ocorrido. Em outras palavras: tendo não A, teríamos não B. Mas esses dois últimos não ocorreram, não são eventos. Portanto, só podemos ter uma relação entre ambos por meio de uma teoria. A teoria é, assim, essencial para a inferência de causalidade entre A e B (Hicks, 1979, p. 8).

Assumindo que A ocorre em T_a e que B ocorre em T_b temos o seguinte: T_b é depois de T_a ; que na assertiva A causou B; A e B efetivamente aconteceram. T_a e T_b não precisam ser apenas momentos de tempo, mas podem ser períodos de tempo.

Na afirmativa A causou B podemos ter uma causalidade fraca (A é uma das causas) ou forte (A é a única causa). A causalidade fraca pode se dividir em duas: causalidade separável (A é uma causa de B por si mesma) ou causalidade não separável (A é parte de uma causalidade separável). Se A é causa separável de B, pode-se considerar que A não ocorre, mas, as demais causas separáveis, sim, em T_a. Essa possibilidade seria assim teorizável e poderia ser teoricamente simulada. Haveria quatro elementos distintos na assertiva da causalidade separável de B por A: (1) A existiu; (2) B existiu; (3) a situação hipotética em que A não existiu, *ceteris paribus*, pode ser construída; (4) não tendo ocorrido A em T_a, B não teria ocorrido. As quatro assertivas são necessárias. A construção de (3) é a construção não A. Se não A causa não B, podemos dizer que A passa no teste; se A e B existem, A é uma variável separável.

Supondo a consideração de duas causas separáveis (A_1 e A_2), se temos não A_1 e sim A_2, mas B não existe, então A_1 passou no teste. A mesma conclusão podemos ter para não A_2 e sim A_1, com A_2 passando no teste se B não existe. Logo, não há inconsistência se A_1 e A_2 são considerados juntos. Se as duas causas não existem (não A_{12}), então B não existe. Dessa maneira, A_1 e A_2 são *aditivos* (B existe se ambos $A's$ existem efetivamente). Se B existe quando A_1 ou A_2 existem, há um caso de *justaposição* – não há necessidade de desconsiderar a causalidade de A_1 e A_2.

No caso de A_1 preceder A_2, se temos não A_1 o efeito só aparecerá depois de A_2 ocorrer – assim A_2 é a causa imediata; entretanto A_2 não seria efetivo se A_1 não tiver existido. Portanto, nesse caso, os dois eventos são aditivos, tanto se distribuídos no tempo quanto contemporâneos.

Se duas causas são não separáveis, digamos A e A^*, assim não A só é efetivo se temos não A^* e vice-versa. Desta maneira, a única alternativa a construir é não A e não A^* simultâneos, para testar suas validades. Usando a lógica apenas temporal (a causa vem antes do efeito, ou seja, A e A^* vêm antes de B) não teríamos uma causalidade. Mas podemos considerar uma *mútua causalidade* como um tipo de causalidade, desde que A e A^* sejam *contemporâneos*.

Devemos levar em conta o caso em que as causas ocorrem em tempos diferentes, antes do tempo do efeito. Havíamos considerado no caso de *justaposição* causas em tempos distintos cada uma. Quando as causas são separáveis, isso não traz nenhum problema. Mas devemos ponderar a situação de inseparabilidade das causas. Consideramos aqui algo além de *mútua causalidade*, uma vez que neste caso as causas não são separáveis (se fossem, além de serem contemporâneas, teríamos causalidades

aditivas) e têm temporalidades distintas entre si. A solução desse impasse é que T_a e T_b podem ser considerados não momentos, mas períodos de tempo (mesmo longos períodos). A causa, assim, poderia levar um tempo para ter efeito em B. A determinação de quais causas devem ser consideradas em um período, e quando, deve ser definida por uma teoria. A consideração de uma teoria (ou modelo) em ciências econômicas, portanto, é indispensável. Nos modelos econômicos, temos eventos contemporâneos (ou eventos potencialmente contemporâneos) que são recíprocos. Mas podemos ter eventos não recíprocos (do ponto de vista teórico do modelo considerado), *que são denominados exógenos. Os elementos exógenos não podem ser efeitos, mas exclusivamente causas* (Hicks, 1979, p. 21).

Há dois tipos de causalidade em relação ao tempo considerado, no sentido *marshalliano* (Hicks, 1979, p. 25). Primeiro, curtos períodos, que se referem ao que acontece em um período determinado, cujo começo é sempre determinado por um certo estoque de capital fixo (no caso deste trabalho, causalidade de um ano para o seguinte). Além disso, há causalidade no longo prazo, que não tem começo determinado ou claro fim.

Hicks (1979, p. 26) estabelece três tipos de causalidade em termos temporais: *sequencial* (na qual a causa precede o efeito); *contemporânea* (na qual causa e efeito acontecem no mesmo período); e *estática* (na qual ambas são permanências). Trataremos aqui de causalidade contemporânea. Mas, antes, definiremos o que se entende por teoria.

Causalidade, seja qual for o tipo, é sempre uma relação entre fatos. Além disso, trata-se de uma relação teórica. Observando a relação teórica, não A leva a não B. Mas não incluímos em não A todas as coisas concebíveis fora A, o mesmo em não B para todas as coisas concebíveis fora B. Portanto, é importante definir o que incluímos em não A e não B como alternativas relevantes. Assim, temos um conjunto de A e outro de alternativas relevantes a A, e um outro consistindo de B e alternativas relevantes a B. A tem uma característica A' que as alternativas relevantes de A não têm, e B tem uma característica B' que suas alternativas não têm. Dessa maneira, não A' e não B' são as características dos membros remanescentes. *O que a teoria tem a nos dar é uma regra de implicação: não A' implica não B'* (Hicks, 1979, p. 27). Isso é o que entendemos por teoria.

3.3.2 A abordagem de Maziarz (2020) sobre mecanismos de causalidade

O autor inicia suas considerações com a distinção de Williamson (2011a *apud* Maziarz, 2020, p. 107)[12] sobre a análise de causalidade baseada em física e teorias de sistemas complexos: no primeiro grupo, a teoria estabelece que A causa B se e somente se há um processo físico de tal forma apropriado que liga A e B. Assim, a abordagem para causalidade dos mecanismos identifica relações causais com mecanismos subjacentes ou produzindo efeitos. A noção de mecanismo é empregada para se referir a uma variedade de sistemas ou processos que produzem fenômenos virtuais do arranjo e interação de um número de partes (Glennan, 2012, p. 315 *apud* Maziarz, 2020, p. 108).[13] Do ponto de vista epistêmico, aceitar essa abordagem significa aceitar somente aquelas inferências sobre relações causais que trazem evidência vinda de mecanismos.

O que é um mecanismo causal

Segundo Machamer *et al*. (2000, p. 3 *apud* Maziarz, 2020, p. 19),[14] mecanismos são entidades ou atividades de tal maneira organizadas para produzir mudanças regulares do início ao fim ou condições de término. Os mecanismos, além disso, são regulares, ou seja, produzem o mesmo fenômeno nas mesmas condições. Em outras palavras, a presença de um mecanismo garante a reprodutibilidade dos resultados experimentais. Entretanto, esta propriedade vale sob condições específicas de entorno. Em um mundo aberto, no qual há vários mecanismos atuando em direções diversas, os efeitos de suas atuações são incertos, a não ser que se saiba as regras de suas interações. Adicionalmente, podemos considerar um mecanismo como uma estrutura que produz uma função virtual de suas partes, operações e organização (Bechtel e Abrahamsen, 2005, p. 5 *apud* Maziarz, 2020, p. 109).[15]

Um mecanismo, assim, produz *padrões de causalidade e regularidades, em função de partes e sua organização* (Wright, 2012; Bechtel e Richardson, 2010 *apud* Maziarz,

12. WILLIAMSON, J. Mechanistic theories of causality part I. *Philosophy Compass*, v. 6, n. 6, p. 421-432, 2011a.

13. GLENNAN, S. S. Mechanisms. *In*: BEEBEE, H.; HITCHCOCK, C.; MENZIES, P. (ed.). *The Oxford handbook of causation*. Oxford: OUP, 2012. p. 315-325.

14. MACHAMER, P. *et al*. Thinking about mechanisms. *Philosophy of Science*, v. 67, n. 1, 2000.

15. BECHTEL, W.; ABRAHAMSEN, A. Explanation: a mechanist alternative. *Studies in History and Philosophy of Science part C*: studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences, v. 36, n. 2, 2005.

2020, p. 109-110).[16] Podemos, portanto, dizer que *A* causa *B* quando um mecanismo apropriado conecta os dois eventos (Glennan, 1996 *apud* Maziarz, 2020, p. 110).[17]

O autor faz uma qualificação desta última afirmativa de causalidade. Primeiro, mecanismos podem ser determinísticos ou não determinísticos; o último caso pode advir de ser produzido por leis estatísticas não estritas e pela interferência de fatores externos. Da mesma maneira, mecanismos podem resultar da operação de mecanismos e sistemas complexos que não são projetados para produzirem resultados mecânicos. Em terceiro lugar, as leis de causalidade produzidas pelos mecanismos podem ser lineares ou não lineares, e terem uma natureza sequencial ou mais complexa. Por fim, as ligações causais entre partes de mecanismos não são limitadas por relações físicas.

O autor ainda caracteriza da seguinte maneira um mecanismo: primeiro, produz um fenômeno; segundo, é constituído por partes interativas; terceiro, tais partes são organizadas de maneira característica; e, quarto, essas partes constituintes são relacionadas entre si.

Aspectos de mecanismos em ciências econômicas

Deve-se fazer uma distinção entre associações causais e aleatórias. Regularidades aleatoriamente produzidas se anulam, no limite (quando o número de observações é suficientemente alto). São causais apenas as regularidades que partem de leis da natureza. A abordagem mecanicista para a causalidade desenvolve sua própria solução: apenas aquelas regularidades produzidas por um mecanismo são de causa natural. Em outras palavras, fundamentos causais de certa realidade são justificados se o mecanismo que as produz existe em nível básico. Além disso, o mecanismo deve estar baseado em uma teoria verdadeira, e apenas o fundamento mecânico da teoria explica o fenômeno. Deve haver, portanto, no âmago de uma relação causal mecanicista, um fundamento teórico verdadeiro que examina detalhes básicos da natureza. Finalmente, deve-se considerar que os mecanismos precisam ser estáveis, ou seja, apresentar uma regularidade.

16. BECHTEL, W.; RICHARDSON, R. *Discovering complexity*: decomposition and localization as strategies in scientific research. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2010.

17. GLENNAN, S. S. Mechanisms and the nature of causation. Erkenntnis, v. 44, n. 1, p. 49-71, 1996.

Há determinados obstáculos para empregar uma contabilidade mecânica da causalidade. Primeiro, como indica Dowe (2001 *apud* Maziarz, 2020, p. 113),[18] *os mecanismos não indicam como levar em conta as omissões* – deve-se considerar, entretanto, que a MIP aqui utilizada é exaustiva e parte da Contabilidade Nacional correlata, que trabalha com todos os dados disponíveis na economia durante o ano de referência. Além disso, dado que muitos mecanismos operam ao mesmo tempo, o conhecimento de um mecanismo pode ser insuficiente para prever os efeitos de uma intervenção (Williamson, 2011b *apud* Maziarz, 2020, p. 113)[19] – entretanto, nenhum modelo (determinístico e/ou aleatório) leva em consideração todas as variáveis de uma economia; sempre é necessário se fazer um *ceteris paribus*. Em terceiro lugar, Williamson (2011a *apud* Maziarz, 2020, p. 113) considera que alguns mecanismos podem ser acusados de circularidade (relações causais são resultado de mecanismos e mecanismos são partes interagindo em causalidade) –, mas a MIP aqui utilizada é unidirecional, ou seja, parte de dados exógenos, que interagem e chegam ao resultado da produção de cada setor econômico.

Os economistas, enfim, isolam fatores irrelevantes para construir um modelo do mecanismo sob consideração de maneira similar ao processo de experimentação em ciências naturais, no qual cientistas criam condições artificiais para testar a influência de um fator (Maziarz, 2020, p. 115) – que é o que faremos aqui com a MIP, conforme a seção 3 de metodologia.

Reiss (2013 *apud* Maziarz, 2020, p. 116)[20] identifica quatro noções distintas de mecanismo presentes em economia. Primeiro, econometristas trabalhando com modelos de equações estruturais como mecanismos não necessariamente fundamentados a nível básico de natureza, como entendido em Maziarz (2020, p. 116). Segundo, mecanismos podem se referir a variáveis intermediárias, ou seja, A causa B e B causa C – pode-se dizer que A causa C, pelo mecanismo de B. Terceiro, um mecanismo pode ser identificado como um processo que ocorre em um nível profundo ou básico. Quarto, mecanismos podem ser fragmentos de uma teoria que descreve parte do mundo econômico. Apenas os dois últimos são identificados como causalidade por Maziarz (2020, p. 116).

A relação causal empregando mecanismos opera de seguinte maneira: fornecer um mecanismo para uma relação agregada é descrever como entidades e processos

18. DOWE, P. A counterfactual theory of prevention and "causation" by omission. *Australasian Journal of Philosophy*, v. 79, n. 2, 2001.

19. WILLIAMSON, J. Mechanistic theories of causality part II. *Philosophy Compass*, v. 6, n. 6, p. 433-444, 2011b.

20. REISS, J. Contextualising causation part I. *Philosophy Compass*, v. 8, n. 11, 2013.

tratam variáveis agregadas, organizadas e em interação uma com a outra, de maneira tal que resultam numa relação agregada (Reiss, 2013 *apud* Maziarz, 2020, p. 117).

3.3.3 O exercício de MIP feito: considerações metodológicas

Adotaremos como mecanismo neste trabalho o arcabouço da MIP. A seguir, mostraremos como a MIP é regular e fundamenta relações produtivas básicas, que são sua natureza – constituindo, assim, um mecanismo.

Assumindo que não há qualquer produção secundária e dividindo a contabilidade da produção em atividades, podemos escrever o equilíbrio oferta-demanda de um sistema produtivo nacional como o seguinte:

$$x_1 = w_{11} + w_{12} + \ldots + w_{1n} + f_1$$

$$x_2 = w_{21} + w_{22} + \ldots + w_{2n} + f_2$$

$$\vdots \qquad (29)$$

$$x_n = w_{n1} + w_{n2} + \ldots + w_{nn} + f_n$$

Em que:

x_i = produção do setor i;

w_{ij} = valor da absorção pelo setor j de insumo vindo do setor i; e

f_i = demanda final do setor i.

No sistema de Leontief, cada w_{ij} é função de x_j apenas (preços constantes), e podemos escrever a seguinte função:

$$w_{ij} = f_{ij}(x_j) \qquad (30)$$

A substituição de (30) por (29) nos dá um sistema linear determinado de n equações e n desconhecidos x_i´s considerando que a demanda final é dada exogenamente.

Bulmer-Thomas (1982, p. 55) assume que no curto prazo há um escopo limitado para substituir insumos no âmbito da firma; a planta e o maquinário requerem insumos específicos, o que não pode ser alterado no curto prazo.

No modelo da MIP assumimos retornos constantes de escala, de maneira que a equação (30) pode ter a seguinte forma funcional:

$$w_{ij} = a_{ij}x_j \tag{31}$$

Em que:

a_{ij} = coeficiente técnico, constante no curto prazo.

A matriz quadrada de *n* por *n* atividades de a_{ij}´s é denominada A. Assim, podemos reescrever a equação da seguinte maneira:

$$x = Ax + f \tag{32}$$

Em que:

x = vetor de produção por setor; e

f = vetor de demanda final por setor.

Desenvolvendo a equação (32), chegamos ao seguinte:

$$x = [I - A]^{-1}f \tag{33}$$

A equação (33) é o cerne da regularidade da MIP, uma vez que iguais valores de f geram iguais valores de x. Além disso a equação (33) explicita a relação de natureza em que um valor de f se distribui na malha produtiva do sistema (29), gerando os valores de produção por setor do vetor x.

Abordaremos a causalidade do mecanismo proposto em duas etapas: primeiro, o mecanismo de geração do vetor de quantidade produtiva; segundo, o mecanismo de geração do cálculo de produtividade do trabalho, a partir do vetor de quantidade produtiva.

Primeiro mecanismo

Reescrevemos a equação (33) como a seguinte:

$$\mathrm{Q} = [I - A]^{-1}\mathrm{V} \tag{34}$$

Em que:

$Q = x$; e

$V = f$.

V é um vetor exógeno, o que, segundo Hicks (1979, p. 22), utilizando o mecanismo da MIP expresso pela equação (34), faz com que V seja uma causa de Q. Em outras palavras, podemos dizer que V causa Q.

Segundo mecanismo

O segundo mecanismo é o da dedução da produtividade do trabalho a partir do vetor de produção Q. Seu mecanismo está expresso nas seguintes equações:

$$Q1 = U.Q \tag{35}$$

$$Q2 = U.[Q \times O] \tag{36}$$

$$P = Q1/Q2 \tag{37}$$

Em que:

U = vetor linha unitário;

O = vetor *ex-ante* de número de ocupações por valor de produção de cada setor;

$\times$ = multiplicação de linha por linha dos dois vetores; e

P = produtividade do trabalho.

Podemos verificar que a lógica contrafactual se aplica aqui, ou seja: se não Q, não P. Isto é, se não ocorre produção, não teremos, naturalmente, produtividade a ser calculada. Logo, podemos concluir que Q causa P (Hicks, 1979, p. 14).

Conclusão da causalidade

Temos duas relações de causalidade: V causa Q; Q causa P. Utilizando um resultado semelhante ao de Reiss (2013 *apud* Maziarz, 2020, p. 116), podemos dizer que V causa P.[21]

21. A demonstração dos itens primeiro mecanismo, segundo mecanismo e conclusão da causalidade acima é passível de aprimoramento e detalhamento. Entretanto, como considera um dos pareceristas (anônimo), este seria um outro trabalho autônomo sobre o tema aqui tratado.

3.3.4 Aplicação da metodologia sobre causalidade ao exercício feito

A avaliação metodológica do cálculo da produtividade do trabalho pode ser feita para um determinante isolado, e assim valerá para todos os demais individualmente, uma vez que o princípio da MIP utilizado em cada determinante é o mesmo e análogo para cada um.

Portanto, utilizaremos o determinante de consumo das famílias como exemplo, o que, por analogia, será válido para os demais determinantes.

Na equação (34) da subseção 3.3.3, podemos tratar por analogia a equação (16) da subseção 3.1.1.

Assim, teremos o primeiro mecanismo:

$$\mathrm{V} = CF_T \tag{38}$$

$$\mathrm{Q} = D_T^A \tag{39}$$

Como argumentamos na subseção 3.3.3, V e CF_T são exógenos. Portanto, são causa de $\mathrm{Q}\ (D_T^A)$.

O segundo mecanismo é o seguinte:

$$OC_{T,A} = (D_T^A) \times OCP_T \tag{40}$$

$$TOC_{T,A} = \mathrm{U}.OC_{T,A} = \mathrm{Q2} \tag{41}$$

$$TVP_{T,A} = \mathrm{U}.(D_T^A) = \mathrm{Q1} \tag{42}$$

$$\mathrm{P} = \mathrm{Q1}/\mathrm{Q2} = PDT_{T,A} \tag{43}$$

Argumentando do ponto de vista contrafactual, podemos dizer que se não há produção na equação (34), não teremos produtividade na equação (46); portanto, $\mathrm{Q}\ (D_T^A)$ causa $\mathrm{P}\ (PDT_{T,A})$.

Se $\mathrm{V}\ (CF_T)$ causa $\mathrm{Q}\ (D_T^A)$ e $\mathrm{Q}\ (D_T^A)$ causa $\mathrm{P}\ (PDT_{T,A})$, então $\mathrm{V}\ (CF_T)$ causa $\mathrm{P}\ (PDT_{T,A})$.[22]

Ou seja, CF_T é um determinante de $PDT_{T,A}$. O mesmo podemos dizer, por analogia, das subseções 3.1.1 a 3.1.5, para cada determinante especificado.

22. A esse respeito, conferir subseções 3.2 e 3.3.3.

3.4 Cálculo da evolução do salário médio real anual

Calculamos aqui a evolução do salário médio real e anual, para acompanhar a evolução da produtividade em cada determinante e em todos os determinantes juntos. Trata-se de uma média ponderada do salário médio real e anual em cada cadeia produtiva, a cada ano; os pesos da média ponderada são os valores de produção de cada setor na cadeia produtiva da simulação de um certo fator determinante considerado. Entretanto, não podemos falar aqui numa causalidade do determinante para o salário médio calculado – o salário é influenciado por vários fatores, de mercado e institucionais, que vão muito além de um simples determinante. O objetivo aqui é o de apenas comparar a evolução do salário com a evolução da produtividade nas mesmas cadeias produtivas de cálculo de produtividade e de salário real médio.

O cálculo é feito da seguinte maneira:

$$SL_{T,i} = \text{U.}\ [(D_T^i)\boldsymbol{X}SAL_T] \tag{44}$$

$$SL_{T+1,i} = \text{U.}\ [(D_{T+1}^i)\boldsymbol{X}SAL_{T+1}] \tag{45}$$

Em que:

SAL_T = vetor-coluna do salário por ocupação real nos setores produtivos, durante o ano T.

Calcularemos, ainda:

$$TVP_{T,i} = \text{U.}(D_T^i) \tag{46}$$

$$TVP_{T+1,i} = \text{U.}(D_{T+1}^i) \tag{47}$$

$$S_{T,i} = SL_{T,i}/TVP_{T,i} \tag{48}$$

$$S_{T+1,i} = SL_{T+1,i}/TVP_{T+1,i} \tag{49}$$

Em que:

$S_{T,i}$ = salário médio real por ocupação associado ao determinante de produtividade i no ano T; e

$S_{T+1\,i}$ = *idem* acima no ano $(T + 1)$.

3.5 Metodologia de cálculo da evolução temporal da produtividade do trabalho como um todo das cadeias produtivas

Agruparemos a evolução tanto da produtividade quanto do salário em períodos (2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020). A média utilizada será a geométrica. Os cálculos por período serão apresentados em porcentagem por ano.

Denominando a o primeiro ano de um período e b o último ano, o cálculo de G (produtividade do trabalho ou salário real médio anual) foi feito da seguinte maneira:

$$G_{ab} = (\text{MG}\ (G_{a+1}/G_a, \ldots, G_b/G_{b-1}) - 1) \cdot 100 \quad (50)$$

As demais variações de índices seguiram analogamente a equação (50).

4 RESULTADOS

Passaremos a apresentar os resultados das simulações de produtividade do trabalho por determinante e de todos os determinantes juntos. Finalmente, traremos uma síntese com o peso de cada determinante por período analisado.

4.1 Determinante consumo das famílias

No quadro 1, sintetizamos o exercício feito a partir do consumo das famílias.

QUADRO 1
Determinantes de produtividade do trabalho – consumo das famílias

Variável determinante	Variável resultante	Apresentação
Vetores de consumo das famílias de 2000 a 2020	Produtividade do trabalho de 2000 a 2020	Variação média (% ao ano – a.a.) da produtividade do trabalho nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.
-	Salários médios de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) dos salários nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

Nesse determinante, estamos considerando que o aumento do consumo das famílias aumenta também o tamanho do mercado. Assim, nesse caso há um aumento da

divisão do trabalho, que leva à especialização e ao desenvolvimento de trabalho especializado e aprimoramento tecnológico. Portanto, temos um aumento de produtividade com o aumento do consumo das famílias. Além disso, ocorre um efeito-composição: o aumento de consumo traz consigo novos produtos, que, devido à necessidade de *learning by doing* para serem produzidos, aumentam a produtividade do trabalho.

O consumo das famílias cresceu relativamente pouco em todos os períodos (tabela 1), exceto entre 2005 e 2008.

TABELA 1
Evolução de consumo das famílias – variação média
(Em % a.a.)

2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2020
1,57	4,85	1,39	1,32

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

TABELA 2
Impacto do consumo das famílias na produtividade do trabalho
(Em % a.a.)

	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2020	2000-2020
Variação na produtividade do trabalho	-0,39	2,93	2,18	-0,37	1,04
Variação média do salário anual	-4,33	3,64	2,96	-0,09	0,68

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

Na tabela 2 observamos o impacto do consumo das famílias na produtividade do trabalho e no salário real médio anual. Notamos que, entre 2000 e 2004 e 2015 e 2020, houve retração de produtividade e de salário. O período de melhor desempenho tanto em produtividade quanto em salário foi entre 2005 e 2008. De fato, o consumo das famílias cresceu mais durante esses anos.

No período, como um todo, há crescimento tanto da produtividade quanto de salário, uma vez que o consumo das famílias cresce de 2000 a 2020, corroborando a expectativa desse determinante.

4.2 Determinante FBCF

No quadro 2, explicitamos o exercício feito nesta subseção.

QUADRO 2
Determinantes de produtividade do trabalho – FBCF

Variável determinante	Variável resultante	Apresentação
Vetores de FBCF de 2000 a 2020	Produtividade do trabalho de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) da produtividade do trabalho nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.
-	Salários médios de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) dos salários nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

Na equação (16) deste texto para discussão, notamos que a FBCF aumenta a intensidade de capital-trabalho e a tecnologia empregada. Assim, o aumento de FBCF leva a crescimento de produtividade do trabalho. Entretanto, há desigualdade de produtividade do trabalho entre PD e PED. Mesmo sem barreiras de transferência de tecnologia, os PED apresentam produtividade menor que os PD, devido a diferenças em habilidade tecnológica entre ambos. Mais que isso, entre PED e PD há diferenças institucionais que limitam o crescimento de produtividade do trabalho nos primeiros. De qualquer maneira, esses limitadores de produtividade são de lenta evolução, o que torna o determinante FBCF o principal fator de avanço de produtividade de trabalho da função de produção no curto prazo.

Na tabela 3, vemos a evolução da FBCF. Os dois períodos, entre 2005 e 2008 e entre 2009 e 2014, são os de maior crescimento, apesar de no segundo já se notar um efeito da crise de 2008.

TABELA 3
Evolução de FBCF – variação média
(Em % a.a.)

2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2020
0,76	6,34	2,93	-5,00

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

TABELA 4
Impacto da FBCF na produtividade do trabalho
(Em % a.a.)

	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2020	2000-2020
Variação na produtividade do trabalho	-0,84	2,27	0,74	-0,05	0,49
Variação média do salário anual	-3,77	3,06	3,22	0,34	0,89

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

Notamos que os períodos em que a evolução de FBCF é desfavorável (de 2000 a 2004 e de 2015 a 2020) são aqueles em que a produtividade e o salário médio real têm evolução desfavorável. Quando a FBCF cresce (entre 2005 a 2008 e 2009 a 2014), a produtividade e o salário real médio crescem.

No período de 2000 a 2020, como um todo, há crescimento tanto de salário real médio quanto de produtividade, mas em valores modestos, indicando ser esse determinante menos favorável que o consumo das famílias. Entretanto, podemos notar que nos períodos de 2005 a 2008 e 2009 a 2014, quando a FBCF aumenta, são os principais de avanço de produtividade entre todos os determinantes.

4.3 Exportações

No quadro 3, apresentamos a síntese do exercício feito com o determinante de exportações.

QUADRO 3
Determinantes de produtividade do trabalho – exportações

Variável determinante	Variável resultante	Apresentação
Vetores de exportações de 2000 a 2020	Produtividade do trabalho de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) da produtividade do trabalho nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.
-	Salários médios de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) dos salários nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

Como relatamos na revisão bibliográfica, há uma forte polêmica quanto à consideração sobre a possibilidade de a firma exportadora aumentar sua eficiência e produtividade ou não, quando passa a exportar. Na subseção 2.1.2, apresentamos dois trabalhos empíricos considerando que a firma exportadora brasileira já é mais produtiva antes de passar a exportar, tendo um aprendizado no mercado externo pouco significativo; e outro trabalho empírico mostrando que a firma brasileira, ao participar do mercado externo, apresenta significativa aprendizagem, principalmente administrativa. Como não temos uma avaliação totalmente conclusiva sobre o tema e sua polêmica, afirmamos o seguinte: ambos os lados da polêmica concordam que a firma exportadora é mais produtiva, vindo este fato de aprendizagem no mercado externo ou antes de exportar. Assim, podemos esperar que o aumento das exportações na economia, como um todo, mobiliza firmas mais produtivas no crescimento da produção, sendo, portanto, lícito presumirmos que o aumento das exportações na economia, como um todo, leve também a aumento de produtividade na economia, como um todo, para o crescimento da produção total.

Naturalmente, o quanto do aumento das exportações incrementaria a produtividade depende dos setores em que ocorrem tais exportações adicionais, além de sua dotação de ocupações mobilizada.

Adiante, a tabela 5, apesar de não ter condições de explicitar as ênfases setoriais de cada período, resume descritivamente a média aritmética de exportações reais e a evolução média do crescimento das ocupações correspondente.

TABELA 5
Brasil: evolução das exportações e ocupações
(Em %)

	2005-2008	2009-2014	2015-2020
Variação entre períodos da média aritmética das exportações	47,69	30,74	7,08
Taxa de crescimento anual de ocupações	3,60	3,15	-3,97

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.
Obs.: A variação entre períodos se refere ao período examinado em relação ao anterior. Os períodos são os seguintes: 2000-2004; 2005-2008; 2009-2014; e 2015-2020. As ocupações são as das cadeias de exportação consideradas em todos os setores.

Observamos na tabela 5 que o período de maior crescimento das exportações foi de 2005 a 2008 e, depois, de 2009 a 2014. O período de 2015 a 2020 praticamente manteve o nível médio de 2009 a 2014, mas com uma retração na taxa de crescimento das ocupações.

Na tabela 6, apresentamos o efeito das exportações na produtividade do trabalho.

TABELA 6
Impacto das exportações na produtividade do trabalho
(% a.a.)

	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2020	2000-2020
Variação na produtividade do trabalho	-0,13	1,75	0,98	1,77	1,15
Variação média do salário anual	-4,31	1,00	2,99	2,13	0,84

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

Nota-se que houve resultados de produtividade positivos desde 2005 até 2020. O salário real médio também cresceu, apesar de não podermos fazer uma linha de causalidade entre exportações e salário. O determinante exportações apresenta resultados de impacto na produtividade tão fortes quanto os de consumo das famílias, entretanto, a evolução de salário é ligeiramente menos desfavorável.

Para o período 2000 a 2020, como um todo, o impacto de exportações é ligeiramente mais forte que o de consumo das famílias, o mesmo podendo se dizer quanto

ao salário real médio anual. De qualquer maneira, podemos afirmar que o consumo das famílias e as exportações são os determinantes de produtividade do trabalho de impacto mais forte na produtividade e com evolução de salário mais favorável.

4.4 Abertura comercial

No quadro 4, apresentamos a síntese feita nesta subseção.

QUADRO 4
Determinantes de produtividade do trabalho – abertura comercial

Variável determinante	Variável resultante	Apresentação
Vetores de abertura comercial de 2000 a 2020	Produtividade do trabalho de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) da produtividade do trabalho nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.
-	Salários médios de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) dos salários nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

Por abertura comercial estamos entendendo nesta subseção a maior (economia mais aberta) participação de insumos e produtos importados internamente ou sua menor (economia mais fechada) participação internamente. Os índices utilizados mensuram a participação de produtos finais importados e insumos importados na economia. Como, depois de 2000, não temos na economia brasileira nenhuma abertura comercial significativa em termos institucionais e legais, a maior abertura comercial ocorre aqui quando o câmbio comercial se valoriza, e a menor, quando se desvaloriza – devido ao fato de os produtos importados ficarem mais baratos (no primeiro caso) ou mais caros (no segundo caso).

O efeito da importação na produtividade, quando aumenta a abertura comercial, se deve a um conjunto de fatores (subseção 2.1.4): concorrência mais acirrada no mercado interno; maior eficiência no processo produtivo; maior qualidade do produto final, que aumenta o seu valor agregado; produção interna posterior de produtos finais e insumos, que aumenta a qualidade e a produtividade da produção interna; e redução de custos da produção interna.

As grandezas de d_T e w_T são vetoriais, sendo inadequado expressá-las aqui em termos exclusivamente aritméticos.

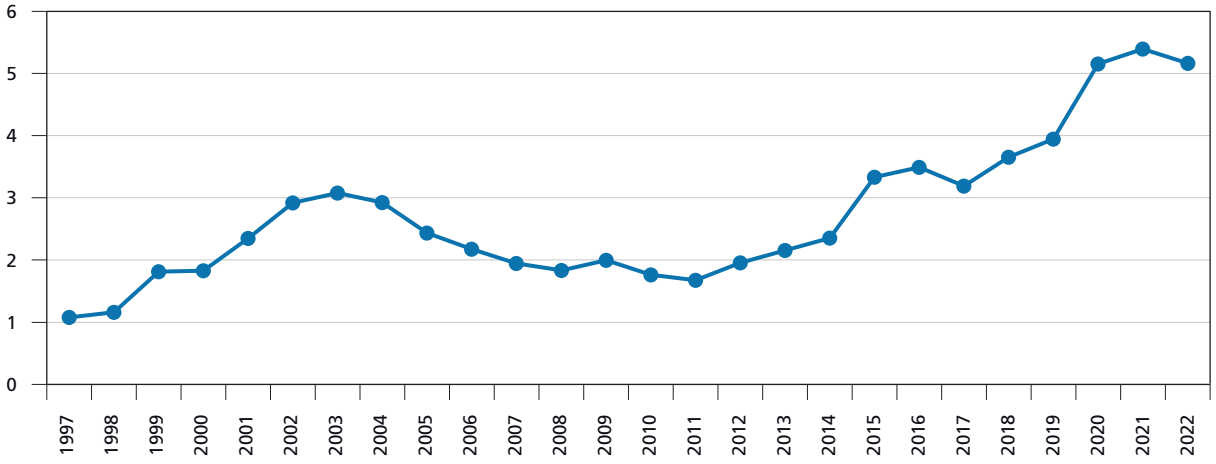
No gráfico 1, mostramos a evolução do câmbio real/dólar americano de 1997 a 2022. Notamos que, quando o câmbio se desvaloriza (períodos de 1997 a 2004 e de 2014 a 2022), há um relativo fechamento da economia às importações. O contrário ocorre quando o câmbio se valoriza (período de 2005 a 2014). Portanto, podemos esperar que o impacto das importações sobre a produtividade ocorra principalmente quando o câmbio se valoriza. Assim, é possível esperar um período mais propício ao aumento da produtividade nos períodos de 2005 a 2008 e de 2009 a 2014, como mostra a tabela 7. O contrário ocorre com os demais períodos.

TABELA 7
Impacto da abertura comercial na produtividade do trabalho
(% a.a.)

	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2020	2000-2020
Variação na produtividade do trabalho	-0,27	1,78	1,13	-0,57	0,47
Variação média do salário anual	-4,06	1,56	2,50	-0,44	0,09

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

GRÁFICO 1
Câmbio
(R$/US$)



Fonte: Ipeadata, 2022.
Elaboração do autor.

A evolução do salário demonstrou acompanhar a evolução da produtividade, mas no período como um todo manteve-se estável.

4.5 Mudança tecnológica

No quadro 5, apresentamos a síntese do exercício feito nesta subseção.

QUADRO 5
Determinantes de produtividade do trabalho – mudança tecnológica

Variável determinante	Variável resultante	Apresentação
Vetores de mudança tecnológica de 2000 a 2020	Produtividade do trabalho de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) da produtividade do trabalho nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.
-	Salários médios de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) dos salários nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

A tecnologia de determinado ano se baseia em um vetor de coeficientes técnicos. A mudança tecnológica trata de comparação de dois vetores em dois anos específicos, por sua vez advindos de duas matrizes tecnológicas. Não é possível comparar com um valor quantitativo apenas dois momentos no tempo, porque consistem em grandezas vetoriais e/ou matriciais. Assim, a mudança tecnológica é a variação de coeficientes técnicos entre dois anos consecutivos de duas matrizes tecnológicas subsequentes, conforme a equação (32). Como a variação de coeficientes técnicos é matricial, torna-se inadequado expressá-la em termos aritméticos apenas.

O impacto da mudança tecnológica na produtividade do trabalho se concentrou nos períodos de 2005 a 2008 e de 2009 a 2014, quando as políticas públicas de incentivo nesse campo se fizeram mais presentes. O salário real médio nestes dois períodos também acompanhou a evolução da produtividade. No período de 2000 a 2020, como um todo, o impacto da mudança tecnológica sobre a produtividade foi dos mais expressivos, apesar de a evolução do salário ser bem menor.

TABELA 8
Impacto da mudança tecnológica na produtividade do trabalho
(% a.a.)

	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2020	2000-2020
Variação na produtividade do trabalho	-0,41	2,22	1,29	-0,40	0,62
Variação média do salário anual	-4,36	1,25	2,69	0,05	0,17

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

4.6 Junção dos determinantes da produtividade do trabalho

No quadro 6, apresentamos a síntese do exercício feito nesta subseção.

QUADRO 6
Determinantes de produtividade do trabalho – vetores (2000 a 2020)

Variável determinante	Variável resultante	Apresentação
Resultante de todos os vetores de 2000 a 2020	Produtividade do trabalho de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) da produtividade do trabalho nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.
	Salários médios de 2000 a 2020	Variação média (% a.a.) dos salários nos seguintes períodos: 2000 a 2004; 2005 a 2008; 2009 a 2014; 2015 a 2020; e 2000 a 2020.

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

Na tabela 9, apresentamos a síntese consolidada de todos os determinantes sobre a produtividade do trabalho, segundo a agregação especificada na equação (26). Notamos que a evolução positiva da produtividade e do salário se concentrou nos períodos de 2005 a 2008 e de 2009 a 2014. Nestes dois períodos, a evolução média da produtividade foi de 1,58% a.a., enquanto no período, como um todo, foi de 0,59% a.a. Nos períodos de 2000 a 2004 e de 2015 a 2020, a produtividade apresentou uma evolução bastante pequena, sendo possível afirmar que praticamente não aumentou nem caiu expressivamente.

A evolução salarial acompanhou a evolução da produtividade do trabalho.

TABELA 9
Impacto da junção dos determinantes na produtividade do trabalho
(% a.a.)

	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2020	2000-2020
Variação na produtividade do trabalho	-0,34	1,97	1,32	-0,40	0,59
Variação média do salário anual	-4,08	1,56	2,55	-0,03	0,22

Fonte: CNABs/IBGE, 2000-2020.
Elaboração do autor.

5 CONCLUSÃO

Três determinantes são os principais influenciadores sobre a produtividade do trabalho no Brasil durante o período de 2000 a 2020: exportações, consumo das famílias e mudança tecnológica. De fato, fica clara a importância da lei de Verdoorn e da concorrência externa, além do aprimoramento tecnológico, para a evolução da produtividade do trabalho no Brasil.

Adicionalmente, a FBCF e a abertura comercial também se mostraram importantes para o avanço da produtividade do trabalho. Entretanto, a FBCF apresentou desempenho a desejar, deixando claro a sua importância para a evolução produtiva da economia brasileira. Nota-se que os períodos em que a FBCF progrediu foram aqueles em que a produtividade do trabalho teve maior crescimento entre 2020 e 2024, o que sugere a necessidade posterior de se analisar isoladamente esse determinante.

Todos os determinantes são passíveis de incremento, levando também à melhoria do desempenho produtivo.

Os salários médios reais mostraram-se diretamente proporcionais ao avanço da produtividade do trabalho, pois progrediram no mesmo sentido da produtividade. Assim, podemos dizer que evoluir na produtividade do trabalho é possivelmente uma agenda também redistributiva no Brasil. Entretanto, a exemplo da FBCF, a avaliação específica dos determinantes dos salários médios reais não faz parte do escopo deste trabalho. É possível afirmar apenas que há uma coincidência, em todos os períodos e em todos os determinantes da produtividade do trabalho, de crescimento de produtividade do trabalho e de salário médio real. Isso sugere ainda uma agenda de pesquisa futura que venha preencher tal lacuna.

REFERÊNCIAS

ACEMOGLU, D.; ZIBILOTTI, F. Productivity differences. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 116, n. 2, May 2001.

ACEMOGLU, D.; DELL, M. **Productivity differences between and within countries**. Cambridge: NBER, 2009. (NBER Working Paper, n. 15155).

AHN, J.; CHOI, M. J. **From firm-level imports to aggregate productivity**: evidence from Korean manufacturing firms data. Washington: IMF, 2016. (IMF Working Paper, n. 16/162).

BAHIA, L. D. **Desempenho produtivo das cadeias exportadoras brasileiras no período 2000-2007**. Brasília: Ipea, 2012. (Texto para Discussão, n. 1802).

BAHIA, L. D. **Determinantes de evolução da produtividade do trabalho no Brasil**: 1990-2009. Brasília: Ipea, 2015. (Texto para Discussão, n. 2136).

BASU, D.; BUDHIRAJA, M. **What to make of the Kaldor-Verdoorn law?** Cambridge: University of Massachusetts Amherst, 2020. (UMass Amherst Economics Working Papers, n. 286).

BERNARD, A. B. *et al.* **The empirics of firm heterogeneity and international trade**. Cambridge: NBER, 2011. (NBER Working Paper, n. 17627).

BLALOCK, G.; VELOSO, F. M. Imports, productivity, and supply chain learning. **World Development**, v. 35, n. 7, 2007.

BULMER-THOMAS, V. **Input-output analysis in developing countries**. New York: John Wiley & Sons, 1982.

CIRERA, X. *et al.* **Exporting and technology adoption in Brazil**. Washington, D.C.: World Bank, 2023. (Policy Research Working Paper, n. 10454).

DELEIDI, M. *et al.* Autonomous demand and technical change: exploring the Kaldor- Verdoorn law on a global level. **Economia Política**, v. 40, p. 57-80, 2023.

EUROPEAN COMMISSION *et al*. **System of National Accounts 2008**. New York: OECD, IMF, United Nations, World Bank, European Commission, 2009.

GLENNAN, S. S. Mechanisms and the nature of causation. **Erkenntnis**, v. 72, n. 2, 2010.

GRILICHES, Z. R&D and the productivity slowdown. **American Economic Review**, v. 70, n. 2, 1980.

GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *In*: GRILICHES, Z. (ed.). **R&D and productivity**: the econometric evidence. Chicago: UCP, 1998. p. 17-45.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das Contas Nacionais. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 1, abr./jun. 2005.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das Contas Nacionais: aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. **Revista Economia e Tecnologia**, v. 6, n. 4, 2010.

HALPERN, L.; KOREN, M.; SZEIDL, A. **American Economic Review**, v. 105, n. 12, 2015.

HICKS, J. **Causality in economics**. Oxford, United Kingdom: Basil Blackwell, 1979.

HIDALGO, A. B.; DA MATA, D. Produtividade e desempenho exportador das firmas na indústria de transformação brasileira. **Estudos Econômicos**, v. 39, n. 4, 2009.

HOLLAND, D. W.; MARTIN, R. P. Output change in U. S. Agriculture: an input-output analysis. **Journal of Agriculture and Applied Economy**, v. 25, n. 2, 1993.

MAZIARZ, M. **The philosophy of causality in Economics**: causal inferences and policy proposals. New York: Routledge, 2020.

PANE, D. D.; PATUNRU, A. A. The role of imported inputs in firms´ productivity and exports: evidence from Indonesia. **Review of World Economics**, v. 159, 2023.

PRESCOTT, E. Needed: a theory of total factor productivity. **International Economic Review**, v. 49, p. 525-553, 1998.

RAMPA, G. Verdoorn´s law: some notes on output measurement and the role of demand. *In*: McCOMBIE, J. *et al.* **Productivity growth and economic performance**. New York: Palgrave MACMillan, 2002. p. 219-238.

ROMER, P. M. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, 1990.

ROMER, P. M. Ideas gaps and object gaps in economic development. **Journal of Monetary Economics**, v. 32, p. 543-573, 1993.

SASSERON, R. H.; NAKABASHI, L. Determinantes da produtividade: análise do impacto do índice GCI e seus componentes sobre a PTF. **Revista Brasileira de Economia**, v. 72, n. 2, abr./jun. 2018.

SOUZA, T. A. A.; CUNHA, M. S. Evidence on the determinants of productivity in Brazil, 2004-2014. **Revista Brasileira de Economia**, v. 74, n. 2, abr./jun. 2020.

SOLOW, R. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, 1956.

SOLOW, R. Technical change and the aggregate production function. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, 1957.

STUNDZIENE, A.; SABONIENE, A. Tangible investment and labour productivity: evidence from European manufacturing. **Economic Research**, v. 32, n. 1, 2019.

VERDOORN, P. J. Complementarity and long-range projections. **Econometrica**, v. 24, n. 4, 1956.

WRIGHT, C. D. Mechanistic explanation without the ontic conception. **European Journal for Philosophy of Science**, v. 2, n. 3, 2012.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação
Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação
Rafael Augusto Ferreira Cardoso
Samuel Elias de Souza

Supervisão
Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão
Bruna Oliveira Ranquine da Rocha
Carlos Eduardo Gonçalves de Melo
Crislayne Andrade de Araújo
Elaine Oliveira Couto
Luciana Bastos Dias
Vivian Barros Volotão Santos
Luíza Cardoso Mendes Velasco (estagiária)

Editoração
Aline Cristine Torres da Silva Martins
Camila Guimarães Simas
Leonardo Simão Lago Alvite
Mayara Barros da Mota

Capa
Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico
Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Acesse nossas publicações

Acompanhe nossas redes sociais

Composto em roboto regular 10/12 (texto)
Roboto regular, bold, black 12/14 (títulos)
Roboto regular 10 (gráficos e tabelas)
Rio de Janeiro-RJ

Missão do Ipea

Qualificar a tomada de decisão do Estado e o debate público.

ISSN 1415-4765

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO

GOVERNO DO BRASIL
DO LADO DO POVO BRASILEIRO