TEXTO PARA DISCUSSÃO

2897

PRODUTIVIDADE DO TRABALHO DAS CADEIAS PRODUTIVAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA NO PERÍODO 2000-2019

LUIZ DIAS BAHIA

ipea
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2897

Rio de Janeiro, julho de 2023

PRODUTIVIDADE DO TRABALHO DAS CADEIAS PRODUTIVAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA NO PERÍODO 2000-2019[1]

LUIZ DIAS BAHIA[2]

1. O autor agradece ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por tornar disponíveis as Contas Nacionais Anuais no atual formato, o que possibilitou estudos como este.

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).

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

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura
FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais
CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais
FÁBIO VÉRAS SOARES

Chefe de Gabinete
ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

Coordenador-Geral de Imprensa e Comunicação Social
ANTONIO LASSANCE

Ouvidoria: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: http://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** 2023

Bahia, Luiz Dias
Produtividade do trabalho das cadeias produtivas da indústria de transformação brasileira no período 2000-2019/Luiz Dias Bahia. – Rio de Janeiro: IPEA, 2023.
51 p. : il., gráfs. – (Texto para Discussão ; 2897).

Inclui Bibliografia.

1. Produtividade do Trabalho. 2. Indústria de Transformação. 3. Brasil
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. II. Título.

CDD 330.98174

Ficha catalográfica elaborada por Ana Paula Fernandes Abreu CRB-7/4769.

Como citar:

BAHIA, Luiz Dias. **Produtividade do trabalho das cadeias produtivas da indústria de transformação brasileira no período 2000-2019**. Rio de Janeiro: Ipea, julho, 2023. 51 p. (Texto para Discussão, n. 2897). DOI: http://dx.doi.org/10.38116/td2897-port.

JEL: J24; L6.

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

Acesse: http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes

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 BIBLIOGRÁFICA 6

2.1 A evolução recente da produtividade do trabalho na indústria brasileira 6

2.2 Contexto atual da indústria brasileira 11

2.3 A perspectiva de implantação da *manufatura avançada* no Brasil 15

3 METODOLOGIA 19

3.1 Cálculo das cadeias produtivas de cada setor da IT 19

3.2 Cálculo da produtividade do trabalho de cada cadeia produtiva 24

3.3 Metodologia de cálculo da evolução temporal da produtividade do trabalho como um todo das cadeias produtivas 27

4 RESULTADOS 27

4.1 Complexo têxtil 27

4.2 Complexo da agroindústria 30

4.3 Complexo da construção civil 32

4.4 Complexo químico 35

4.5 Complexo metalomecânico 41

5 CONCLUSÃO 47

REFERÊNCIAS 49

SINOPSE

Este trabalho busca mensurar, para o período 2000-2019, a evolução da produtividade do trabalho setorial em cadeias produtivas. Para tanto, fizemos um exercício de matriz insumo-produto (MIP) a partir das Contas Nacionais Anuais Brasileiras do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (CNAB/IBGE) de 2000 a 2019, que são as atualmente disponíveis. No período analisado como um todo, verificamos uma tendência de estagnação da produtividade, com resultados mais positivos do complexo agroindustrial e menos expressivos do complexo têxtil. Perante o horizonte produtivo da manufatura avançada, que é muito intensiva em capital, a indústria de transformação (IT) ainda não encontrou um novo padrão de crescimento capaz de reverter o trajeto pouco expressivo observado principalmente no período de 2014-2016, de modo a viabilizar a transformação produtiva implícita na manufatura avançada.

Palavras-chave: produtividade do trabalho; indústria de transformação.

ABSTRACT

The present work seeks to measure for the period 2000-2019 the evolution of sectoral work productivity in production chains. To do so, we carried out an input-output matrix (IPM) exercise based on the Brazilian Annual National Accounts from 2000 to 2019 (which are currently available). In the analyzed period as a whole, we verified a tendency of productivity stagnation, with more positive results of the agro-industrial complex and less expressive of the textile complex. Faced with the productive horizon of advanced manufacturing, which is very capital intensive, the manufacturing industry has not yet found a new growth pattern capable of reversing the inexpressive path observed mainly in the period 2014-2016, in order to make productive transformation feasible implicit in advanced manufacturing.

Keywords: labor productivity; manufacturing.

1 INTRODUÇÃO

O tema da produtividade do trabalho na indústria brasileira tem sido objeto de muitos estudos no Brasil. Entretanto, poucos deles se baseiam em seu aspecto setorial. E quase nenhum sobre as cadeias produtivas setoriais.

O presente trabalho busca calcular, para o período 2000-2019, a evolução da produtividade do trabalho setorial em cadeias produtivas. Para tanto, fizemos um exercício de matriz insumo-produto (MIP), a partir das Contas Nacionais Anuais Brasileiras do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (CNAB/IBGE) de 2000 a 2019 (as atualmente disponíveis).

O trabalho se organiza da seguinte forma: na segunda seção, fazemos uma revisão bibliográfica do tema abordado; na terceira seção, apresentamos a metodologia do trabalho; na quarta seção, apresentamos os resultados; e, na quinta, concluímos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção faremos uma revisão não exaustiva da bibliografia sobre o tema deste trabalho. Primeiro, examinaremos aqueles trabalhos que nos informem sobre a mais recente evolução da produtividade do trabalho na indústria. Segundo, resenharemos aqueles trabalhos que nos deem elementos sobre a principal agenda da indústria brasileira. Finalmente, abordaremos o desafio da manufatura avançada no Brasil.

2.1 A evolução recente da produtividade do trabalho na indústria brasileira

Um trabalho relevante sobre produtividade do trabalho no Brasil – apesar de analisar a produtividade agregada de todos os setores e não apenas a da indústria – é o de Barbosa Filho e Pessôa (2014). A motivação principal do trabalho foi gerar séries temporais de produtividade baseadas em horas trabalhadas e não em pessoal ocupado. Como os autores salientam, há uma importante diferença entre as duas séries quando a jornada de trabalho se altera significativamente. Este é o caso do período 1982-1992. Como as séries vão até 2012, observa-se ser indicado utilizar as horas trabalhadas, mas também é possível utilizar pessoal ocupado. Para nós, o mais importante, uma vez que nosso período vai de 2000 a 2019, é verificar o acerto ou não da divisão de subperíodos utilizados neste trabalho: 2000-2004, que capta os efeitos do racionamento de energia elétrica do início da década; 2005-2008, que capta o período antes da crise internacional

de 2008; 2009-2014, que capta o período depois da crise de 2009 até 2014, quando ocorre a recessão no Brasil; e 2015-2019, que capta o período recessivo brasileiro. Nota-se que, no primeiro subperíodo, a produtividade do trabalho cresce menos; no segundo subperíodo, a produtividade do trabalho acelera bastante seu crescimento; e, no período 2008-2012, ela desacelera, mas tem evolução mais favorável que a do primeiro período (Barbosa Filho e Pessôa, 2014, p. 164, tabela 6). Portanto, concluímos que nossa divisão de períodos está adequada.

Apesar de Barbosa Filho e Pessôa (2014) indicarem crescimento de produtividade no Brasil de 2000 a 2012, na indústria brasileira o quadro parece ser diverso. Galeano e Feijó (2013, p. 15) calculam um arrefecimento da produtividade do trabalho industrial (nos níveis agregado e setorial) a partir de 1999 até 2007, concluindo por apenas uma manutenção média desta produtividade no período. Bahia (2015a, p. 23-38) chega a resultados semelhantes: de 1990 a 1998, há avanço positivo de produtividade do trabalho em todos os complexos industriais de maneira geral; entretanto, de 1999 a 2009, há arrefecimento de avanço de produtividade do trabalho industrial, com alguns complexos apresentando queda média de produtividade. Santos e Spolador (2018, p. 223-225) chegam a resultados semelhantes para a produtividade total dos fatores (PTF) industrial: há forte queda em 1983, lenta recuperação até 1986, e queda progressiva até 1992; na década de 1990, há ganhos em 1993-1995, e relativa estabilidade entre 1996 e 1997 – mais especificamente, o crescimento termina em 1995, e fica estável em 1996 e 1997; de 2000 a 2009, há queda expressiva e paulatina; em 2010 e 2011 há relativa recuperação; e ocorrem novas quedas em 2012 e 2013. Canêdo-Pinheiro e Barbosa Filho (2011, p. 423) reportam queda de produtividade do trabalho da indústria de transformação (IT) de 1985-1995 a 1995-2005.

Podemos concluir que há um consenso quanto à ausência de crescimento – com estagnação ou queda – da produtividade do trabalho setorial depois de 2000. A especificidade deste trabalho é calcular a evolução da produtividade do trabalho da IT de 2000 a 2019 não apenas no nível setorial, mas no sistêmico, por cadeia produtiva.

Passaremos agora a contextualizar, de maneira não exaustiva, como o pensamento crítico brasileiro abordou a evolução da produtividade do trabalho no Brasil desde a abertura econômica dos anos 1990.

Abordaremos os principais determinantes de produtividade, considerada aqui a PTF ou a produtividade do trabalho, por estarem ambas fortemente correlacionadas, segundo Isaksson (2007, p. 1).

O primeiro grupo de determinantes trata de conhecimento ou tecnologia. Tecnologia pode ser entendida como a maneira de combinar trabalho e capital para se atingir o máximo de produção. Como supomos que os agentes são racionais, deveríamos considerar que o conhecimento tecnológico coincide com a produtividade. Entretanto, o elo entre produtividade e conhecimento tecnológico é enfraquecido pela existência de outros determinantes da produtividade, como qualidade institucional, grau de abertura da economia, educação, saúde, entre outros (Isaksson, 2007, p. 5-6). O conhecimento tecnológico se desdobra nos seguintes determinantes: pesquisa e desenvolvimento (P&D), que cria novos produtos, processos e conhecimento em si; transferência de tecnologia, via investimento direto externo (IDE) e comércio internacional; e adoção de tecnologia via capacidade de absorção – devido a habilidades de leitura, escrita e capacidades científicas avançadas, capazes de decodificar e incorporar tecnologia.

O segundo grupo de determinantes congrega a oferta de fatores e a alocação eficiente destes, ou seja: educação e treinamento do capital humano; saúde do capital humano; intensidade de capital instalado; infraestrutura pública, física ou não, que gere impactos produtivos no setor privado produtivo; alocação eficiente de fatores (trabalho e capital) entre setores, gerando mais eficiência produtiva; e atualização de capital instalado, cuja rapidez depende em grande parte de um sistema financeiro desenvolvido e capaz de financiamento ágil ao setor produtivo.

O terceiro grupo congrega determinantes de instituições e integração, nos seguintes itens: integração do comércio internacional, que leva a importantes ganhos de produtividade – as exportações levam a aumentos de produtividade, apesar de esta também estar associada *a priori* àquela; eficiência das instituições, definidas como regras e órgãos que dirigem o clima para a produção, tanto econômicas (leis e direitos de seguridade) quanto políticas (democracia *versus* autocracia); e geografia, ou localização favorável ou não à integração econômica.

O quarto grupo congrega o nível de competição do mercado, a dimensão social e o ambiente, nos seguintes aspectos: o nível de competição nacional e internacional em que atua o setor produtivo, que leva à redução de falhas gerenciais à medida que a competição intranacional e internacional é maior; a dimensão social, a qual inclui distribuição de renda na economia, assim como acesso e qualidade de educação e saúde; finalmente, o meio ambiente natural, tanto por incluir o nível de bem-estar quanto por poder ser visto como fator de produção.

Um último determinante de produtividade é o nível de produção, que, quando crescente, aumentaria a divisão do trabalho, o que levaria a duas consequências, ambas aumentando a produtividade: especialização de empresas e trabalhadores; e desenvolvimento de trabalho capacitado e desenvolvimento tecnológico (Verdoorn, 1956, p. 434). Como veremos, o nível de produção pode ter como *proxy* o consumo das famílias, reconhecido como o maior e mais estável componente da demanda final de uma economia. Araújo (2013) considera o nível de produção como uma retroalimentação do consumo das famílias, o que torna endógeno o efeito deste determinante sobre a produtividade do consumo das famílias. Veremos que Bahia (2015b) também coloca como determinante da evolução da produtividade o consumo das famílias, mas sem a retroalimentação que tornaria tal determinante endógeno.

Sasseron e Nakabashi (2018) desenvolvem análise em painel para 106 países, durante os anos de 2006 a 2011, em que os determinantes de PTF são baseados em três grupos de determinantes do Global Competitiveness Index (GCI): grupo baseado em recursos (instituições, infraestrutura, ambiente macroeconômico, saúde e ensino básico); grupo baseado em eficiência (ensino superior e treinamento, eficiência do mercado de produtos, eficiência do mercado de trabalho, desenvolvimento do mercado financeiro, capacidade de absorção tecnológica, tamanho de mercado); e grupo baseado em inovação (sofisticação do ambiente de negócios e inovação). Conforme os resultados das regressões desses indicadores (Sasseron e Nakabashi, 2018, p. 266, tabela 7), a conclusão dos autores é que o grupo do GCI que mais afeta a produtividade dos países é o baseado em eficiência, em primeiro lugar, seguido do baseado em recursos. Como na amostra utilizada os países desenvolvidos são minoria, pode-se considerar que os dois grupos selecionados são mais típicos de países em desenvolvimento, enquanto o grupo baseado em inovação é mais típico dos países desenvolvidos.

Especificamente sobre a produtividade do trabalho no Brasil, temos três estudos principais que fazem um balanço geral desde a abertura comercial da década de 1990.

Feijó e Carvalho (2002) concluem que, na década de 1990, o aumento de produtividade industrial está fortemente correlacionado à perda de emprego industrial para o setor terciário, e fracamente correlacionado ao aumento das exportações industriais. Outras conclusões são as seguintes: a indústria perdeu participação no produto interno bruto (PIB), mas liderou o crescimento da produtividade do trabalho setorial; não ocorreu convergência nos níveis de produtividade entre os setores industriais; e a demanda externa teve peso menor que a demanda interna.

Souza e Cunha (2020) testam a significância para os determinantes da produtividade por hora de trabalho no Brasil entre 2004 e 2014. Os determinantes são: inovação, abertura comercial, ambiente de negócios, infraestrutura, capital humano e qualidade institucional. Os resultados apontam que todos os determinantes foram significantes, exceto inovação. Além disso, o determinante que contribuiu mais para a elasticidade da produtividade foi a qualidade institucional.

Por sua vez, Bahia (2015a) testa, em um exercício de MIP, os seguintes determinantes da produtividade do trabalho (valor da produção – VP – dividido por pessoal ocupado), para o período 1990-2009: consumo das famílias, consumo do governo, formação bruta de capital fixo (FBCF), exportação, mudança tecnológica e grau de abertura comercial. Para o período como um todo, com seus respectivos pesos, os principais determinantes são: consumo das famílias (22,32%), exportação (26,82%) e mudança tecnológica (35,79%).

Alguns estudos são importantes para contextualizar os determinantes da produtividade do trabalho e da PTF, geralmente na década de 1990. Ferreira e Guillén (2004) testam, por meio do modelo de Solow, se o aumento da concorrência (queda dos *mark-ups* setoriais) com a abertura comercial, durante a mesma década, teria levado ao aumento ocorrido de produtividade. A conclusão é que os *mark-ups* não teriam se alterado estatisticamente, e os determinantes de produtividade teriam sido o novo acesso a insumos importados e bens de capital, não existentes antes da abertura econômica, e com custos mais acessíveis então. Ou seja, não teria sido a concorrência, mas a tecnologia mais acessível, que teria levado a aumento da produtividade. Feijó, Carvalho e Rodriguez (2003) concluem, analogamente ao trabalho anterior, que na década de 1990 o grau de concentração industrial aumentou, sendo este fato altamente correlacionado com o aumento da produtividade do trabalho. As conclusões destes estudos são semelhantes às de Bahia (2015b), para o qual a mudança tecnológica é o principal determinante de produtividade do trabalho para o período 1990-2009 como um todo. Também se aproximam do trabalho de Lisboa, Menezes Filho e Schor (2010), segundo o qual o efeito principal de competitividade vindo da abertura comercial até 1994 veio do mercado de insumos, entre eles os importados, tecnologicamente superiores, tornados mais baratos devido à abertura comercial – desse modo, o principal efeito da abertura comercial não teria vindo de maior concorrência no mercado interno *vis-à-vis* o período antes da abertura. Silva, Bezerra e Lima (2012) testam a causalidade entre importações e produtividade por hora de trabalho de 1992 a 2008; apesar de não distinguirem entre importação de insumos e de produto, os autores concluem que há também causalidade entre importações e produtividade por hora trabalhada. A conclusão anterior

de que a tecnologia foi uma causa mais importante para o avanço de produtividade do que o aumento de concorrência no mercado de produto das firmas brasileiras durante a abertura comercial pode ser abordada também sob o aspecto do crescimento das exportações brasileiras. Hidalgo e Mata (2009), comparando firmas brasileiras exportadoras e não exportadoras, concluem que a maior produtividade entre 1997 e 2003 das firmas exportadoras em relação às não exportadoras se deve mais a um mecanismo de seleção que de aprendizado. Concluem que a possibilidade de exportações não foi geradora de um aprendizado pelas exportadoras que as não exportadoras teriam deixado de fazer, mas que a possibilidade de exportação foi mais um mecanismo de seleção que de aprendizagem; assim, "o crescimento da produtividade das firmas exportadoras e não exportadoras não parece ser estatisticamente diferente" (Hidalgo e Mata, 2009, p. 723), apesar de as exportadoras apresentarem produtividade maior que as não exportadoras. Souza e Pinto (2015) tentam investigar o efeito da realização de IDE na produtividade do trabalho da indústria brasileira. Os resultados levam a uma retração de produtividade no curto prazo – pouco explicada pelos autores – e a um impacto de longo prazo positivo com dois anos ou mais de defasagem de IDE, explicado como efeito de transbordamento tecnológico que demoraria para ocorrer. Mendonça, Freitas e Souza (2009) encontram impacto positivo de tecnologias de informação (TI) na produtividade do trabalho da IT brasileira para os anos 2001-2003.

Há uma escassez de trabalhos que abordem a produtividade da indústria brasileira setorialmente e, além disso, em cadeias produtivas, e que expressem um caráter sistêmico do desempenho industrial. Esta é a proposta do presente trabalho. Antes, contudo, examinaremos o atual contexto econômico da indústria. Depois, especificaremos a chamada indústria 4.0, nova fronteira tecnológica, na qual está inserida a indústria brasileira hoje.

2.2 Contexto atual da indústria brasileira

No gráfico 1, mostramos a evolução da produção física, com ajuste sazonal, da IT desde janeiro de 2002 até julho de 2022. O importante a notar neste gráfico é que o nível da produção física em 2019 (ano-limite de nossa análise de produtividade do trabalho industrial) praticamente coincide com o ponto mais baixo da depressão de 2008. Ou seja, depois de mais de dez anos, a IT brasileira ainda está no nível da crise do *subprime* de 2008. Fica clara a severidade da crise de 2014-2016, e a dificuldade que está tendo o Brasil de se recuperar, em particular a indústria brasileira.

GRÁFICO 1
Brasil: produção física da IT (2002-2022)
(Em número-índice, set./2008 = 100)

Fonte: Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física (PIM-PF/IBGE).
Elaboração do autor.
Obs.: Ajuste sazonal feito pelo IBGE.

A contextualização do momento econômico pelo qual passa a indústria brasileira envolve dois temas atuais: o adensamento das cadeias produtivas brasileiras e a diversificação setorial da indústria.

Quanto ao primeiro tema, Morceiro e Guilhoto (2020) calcularam o coeficiente importado de insumos e componentes comercializáveis (CIICC) para os setores da indústria brasileira, de 2003-2004 a 2013-2014. O cálculo é feito dividindo-se as importações de insumos e componentes comercializáveis pelo total de insumos e componentes comercializáveis. Este coeficiente tem a vantagem de excluir os insumos intermediários pouco ou não comercializáveis com o exterior, os quais são adensados por natureza técnica. Neste período, o CIICC passou de 16,5% para 24,4%, tendo se destacado os setores de informática, eletrônicos e ópticos; máquinas e equipamentos; máquinas e materiais elétricos; outros equipamentos de transporte; e indústria química. Os setores menos adensados são informática, eletrônicos e ópticos; farmacêutica; e outros equipamentos de transporte. Morceiro e Guilhoto (2020, p. 845) afirmam que "o Brasil é um país em desenvolvimento distante da fronteira tecnológica", havendo uma significativa margem para atualização tecnológica e produtiva.

Além disso, os autores afirmam que "dificilmente houve uma desindustrialização absoluta e generalizada setorialmente" (Morceiro e Guilhoto, 2020, p. 845) no período analisado.[1] Perobelli, Bastos e Oliveira (2017) investigam, para o período 1995-2009, as intensidades das relações intersetoriais da indústria brasileira, concluindo que a indústria perdeu "importância relativa na produção, mas não perdeu importância como setor articulador das atividades produtivas" (Perobelli, Bastos e Oliveira, 2017, p. 149). Este último resultado é importante para o presente estudo, por indicar que as cadeias produtivas não perderam, em geral, suas articulações intersetoriais. Finalmente, deve-se salientar que não pretendemos aqui discutir a questão da desindustrialização, mas apenas salientar a validade do presente exercício de MIP.

Tessarin, Morceiro e Guilhoto (2021) estudam a diversificação produtiva das firmas industriais brasileiras, enfatizando que ela é fundamental para o crescimento das firmas. Os autores desenvolvem um índice de diversificação subsetorial para 2013, no nível de plantas e unidades locais, onde:

$$Dj = (Pvj/(Pvj + Pvvj))$$

Em que:

- Dj = índice de diversificação subsetorial;
- Pvj = plantas diversificadas – aquelas que produzem produtos do subsetor j e de subsetores secundários; e
- $Pvvj$ = plantas que produzem apenas produtos do subsetor de origem j.

Em 2013, no Brasil, apenas 2,9% das unidades locais atuavam em mais de um subsetor. As firmas de subsetores mais diversificados apresentaram maior produtividade do trabalho que aquelas de subsetores menos diversificados. O mesmo acontece com o salário médio. "As plantas industriais diversificadas realizaram 40% de toda produção manufatureira, apesar de representarem apenas 3% das plantas industriais" (Tessarin, Morceiro e Guilhoto, 2021, p. 367). Além disso, as plantas de processos produtivos mais simples em geral fazem diversificação intraindústria, enquanto as de processos produtivos mais complexos geralmente fazem diversificação interindústria.

1. Notamos que a participação do valor agregado (VA) da IT sobre o VA da economia brasileira foi, em sua média aritmética anual, de 12,68%, em 2014, e 11,66%, em 2019, a partir das Contas Nacionais Trimestrais brasileiras publicadas pelo IBGE, na série com ajuste sazonal e encadeada a preços de 1995.

O objetivo final deste trabalho, como de todo estudo econômico, é contribuir para o desenvolvimento econômico. E o desenvolvimento consiste em crescimento, aumento de produtividade e de renda *per capita* – como enfatiza Marconi (2015). Trata-se de um processo dinâmico de geração e apropriação de renda via salários, lucros e juros. Essa dinâmica se constitui numa interação e num aprimoramento de desempenho de todos os elementos de uma sociedade. Quanto à interação econômica, é essencial o papel das relações intersetoriais. Por isso, a análise sistêmica e interativa do cálculo de produtividade do trabalho, feita aqui, espera contribuir para a seguinte pergunta: estamos, no período 2000-2019, nos aproximando do objetivo de desenvolvimento? De um ponto de vista sistêmico, qual o comportamento da produtividade do trabalho industrial no contexto de evolução de produção industrial mostrada pelo gráfico 1? Marconi (2015, p. 43-44) considera que a manufatura é prioritária em relação aos serviços no desenvolvimento dos países ainda não desenvolvidos. A justificativa seria que os serviços apresentam muito encadeamento para frente e pouco para trás,[2] o inverso da manufatura, motivo pelo qual esta seria melhor candidata a liderar o crescimento econômico – apesar de a fronteira entre serviços e manufatura estar ficando cada vez mais tênue. De qualquer maneira, no cálculo de produtividade do trabalho que fazemos em cadeias produtivas, incluímos todos os setores da economia, entre eles serviços e agropecuária.

Sarti (2015) mostra que, de 2003 a 2014, o Brasil seguiu um padrão de crescimento liderado por consumo interno, mediante transferências de renda, aumento real do salário mínimo, expansão do crédito ao consumo e dinamismo do mercado de trabalho (intensa criação de empregos formais), além de expansão mais acentuada das importações e menos acentuada das exportações. Entretanto, esse padrão de crescimento exigiria, para se manter a longo prazo, expansão do investimento e saldo positivo na balança comercial. Os investimentos tiveram crescimento expressivo no período 2004-2008, mas com a crise diminuíram fortemente e a partir de 2014 passaram a cair. As exportações perderam dinâmica, depois do contexto recessivo internacional da crise de 2008. Do ponto de vista da produtividade, o impasse atual parece-nos ser o encontro de um novo padrão de crescimento (opinião nossa, levando-se em consideração que tal tema não é do escopo do presente trabalho), que se reflete na persistência de um nível de produção semelhante ao do *subprime* de 2008, ainda em 2019 – como mostramos no gráfico 1. Tal impasse ocorreria porque nos parece que a superação do atual quadro de produtividade na IT brasileira dependeria da implantação da manufatura avançada

2. A alteração na produção gera impacto nos fornecedores (efeito para trás) e nos setores para os quais fornece (efeito para frente).

(tema da subseção 2.3), o que depende de um padrão de crescimento além da situação atual, em que estamos num nível produtivo muito semelhante ao *subprime* de 2008. Voltando para o tema do presente trabalho (produtividade do trabalho industrial no Brasil), é de se esperar, com o arrefecimento do investimento depois de 2008, que a produtividade do trabalho apresente também uma tendência de arrefecimento, apesar de ser primordial traçar um quadro setorial e sistêmico, capaz de trazer subsídio a um novo padrão de crescimento.

2.3 A perspectiva de implantação da *manufatura avançada* no Brasil

O problema da queda de investimento no Brasil, citado na subseção anterior, é mais crítico atualmente do que no passado, mesmo que no passado recente. Isso porque, como citaram Morceiro e Guilhoto (2020, p. 845), a indústria brasileira está abaixo da fronteira tecnológica; hoje, como todas as nações industriais, o Brasil está na passagem da Terceira para a Quarta Revolução Industrial, que implica um esforço significativo de investimento, não apenas industrial. A Quarta Revolução Industrial é o que também se denomina de *manufatura avançada*.

Depois de uma evolução no século XX, quando os controles passaram do mecânico para o eletroeletrônico, primeiro analógico, depois digital e computadorizado, surge a automação (Sacomano *et al*., 2018, p. 28). O processo produtivo se torna controlado por instrumentos em *softwares*. No século XXI, surge a digitalização, com predomínio de computadores, *tablets* e *smartphones*, conexão à internet de grande acesso e difusão de mídias de comunicação para o formato digital. O ambiente da *web* passa a ser colaborativo, com a popularização das redes sociais. As estratégias de *marketing* passam a se basear em grandes bases de dados (*big data*) e redes sociais. Na indústria, a base existente de automação informatizada e negócios baseados em transformação digital fazem surgir a manufatura avançada ou indústria 4.0.

A operação da manufatura avançada pode ser descrita da forma a seguir.

1) É feito um pedido *online* pelo cliente.

2) O pedido entra no planejamento e no controle de produção. É averiguado se o pedido é feito por um cliente idôneo e, em caso afirmativo, verifica-se se há em estoque os insumos necessários para produção.

3) Caso os insumos não estejam disponíveis, compara-se o prazo de entrega do pedido com o de fornecimento dos insumos.

4) Não sendo possível atender ao pedido, renegociam-se prazos com o cliente.

5) Fechados os prazos com o cliente, as encomendas de insumos são feitas aos fornecedores, e o pedido é alocado na linha de produção.

6) Caso seja necessário reconfigurar a linha de produção, um projeto é feito e testado virtualmente para a validação por um supervisor, ou por um programa de inteligência artificial (IA), ou por ambos.

7) Atuadores e sensores, conhecidos como sistemas ciberfísicos (*cyber-physical systems* – CPS), vão controlando a linha de produção, ao mesmo tempo que transmitem informações sobre o processamento do pedido ou dados de máquinas para uma central. Esta repassa as informações pela internet ou intranet para sistemas supervisores, que vão atuando nos equipamentos. Por meio do mundo virtual ou cibernético, ou de mecanismos de comunicação e controle de equipamentos, os CPS conectam a linha de produção, situada no mundo real, aos interessados (Sacomano *et al*., 2018, p. 30).

8) Cada estação de trabalho troca informações ou comandos com as outras estações de trabalho de forma descentralizada, interagindo entre si, ao que se chama comunicação máquina a máquina (*machine to machine* – M2M).

9) As máquinas podem interagir com humanos, em comunicação máquina a humanos (*machine to human* – M2H).

10) Caso a linha de produção precise de manutenção, o sistema comunica ao setor de manutenção da fábrica ou a uma empresa terceirizada de manutenção, e o cliente é alertado sobre as mudanças de prazo.

11) Quando o pedido é produzido, o sistema informa ao cliente, emite a documentação necessária para poder embarcar o pedido e solicita o transporte à logística. O cliente, então, passa a rastrear *online* o trânsito do pedido, desde a fábrica até a entrega (Sacomano *et al*., 2018, p. 31).

12) Essas fábricas são denominadas fábricas inteligentes (*smart factories*).

O conceito de manufatura avançada ainda não foi fechado. Assim, uma definição acabada seria imprópria. Entretanto, podemos apresentar provisoriamente os elementos formadores da indústria 4.0.

Os mais importantes são os elementos-base ou fundamentais, que representam a tecnologia sem a qual a manufatura avançada não poderia existir. Primeiro, os citados sistemas ciberfísicos, que consistem numa “forma de implantar sistemas de informação

e automação que torna possível trocar informações, executar comandos e acompanhar o processo produtivo a distância e em tempo real", bem como "realizar simulações sobre o processo produtivo no campo virtual, sem que o físico seja comprometido, prejudicando a produção" (Sacomano *et al*., 2018, p. 34). Segundo, a internet das coisas (IoT), que consiste numa internet "cujos emissor e/ou receptor são coisas, ou seja, objetos que usam internet como um canal de comunicação", por exemplo, "um sensor de temperatura que capta a temperatura de determinado ponto de inspeção em um forno industrial, e transmite este valor de temperatura pela internet para uma central" (Sacomano *et al*., 2018, p. 35). Terceiro, a internet dos serviços (IoS), que consiste em "novos serviços que são disponibilizados por meio da internet ou internamente à empresa"; por exemplo, alguém "poderá ser alertado pelo celular/*tablet* ou computador que seu carro precisa de revisão e/ou que chegou o período de trocar pneus" (Sacomano *et al*., 2018, p. 35).

Depois, vêm os elementos estruturantes, que não são todos indispensáveis a uma instalação de indústria 4.0. Primeiro, a automação, "definida como a realização de tarefas sem a intervenção humana, com equipamentos que funcionam sozinhos e possuem capacidade de controlar a si próprios, a partir de condições e/ou instruções preestabelecidas"; "caso a empresa não tenha processos produtivos ou linhas de produção automatizadas, ou pelo menos semiautomatizados", seria preciso adequá-la, como passo para ser manufatura avançada (Sacomano *et al*., 2018, p. 36). Segundo, a comunicação M2M, que é o compartilhamento de informações e decisões dos equipamentos entre si. Isso "cria a possibilidade de os equipamentos tomarem decisões descentralizadas", de modo que, por exemplo, uma ordem de trabalho possa ter os dados do seu processamento na linha de produção informados por meio de uma máquina para todas as etapas (Sacomano *et al*., 2018, p. 37). Terceiro, a IA, constituída de dispositivos ou métodos computacionais que funcionam de forma similar à capacidade de raciocínio do ser humano, "resolvendo problemas da maneira mais eficiente possível"; a IA passaria não só a controlar o processo de produção, mas também a fornecer sugestões para as mais diversas necessidades de decisões (Sacomano *et al*., 2018, p. 37). Quarto, a análise de *big data*, que são uma massa de dados de origem produtiva, comercial, de *marketing* e outros, que precisa ser bem filtrada, trabalhada estatisticamente, para ser enquadrada dentro de uma estrutura racional; sua complexidade cresce à medida que incorpora "dados não estruturados, como imagens, expressões faciais, sons, documentos digitalizados, entre outros" (Sacomano *et al*., 2018, p. 38). Quinto, a computação em nuvem, assim referida por armazenar dados em servidores dos

quais não se sabe a localização, mesmo os utilizados de outros países via internet; a computação em nuvem é "fundamental para que as informações e dados possam ser acessadas, de forma fácil, de qualquer parte do mundo em que haja internet, para o controle multilocal do processo produtivo" (Sacomano *et al*., 2018, p. 38). Sexto, todo o sistema precisa estar integrado para permitir o funcionamento da manufatura avançada em plenitude. Essa é uma dificuldade forte, porque os equipamentos utilizados são de diversos fabricantes, que não se integram bem uns com os outros. Sétimo, deve-se ter segurança plena de informações, dados e comandos que trafegam *online*, contra invasões de internet e intranet.

Dessa breve exposição, pode-se notar que os investimentos necessários à manufatura avançada são grandes e profundos, em várias áreas da indústria, dos serviços, da regulação e da infraestrutura, significando uma modificação produtiva, legal e comportamental de expressivas e singulares proporções. Essa substantiva mudança está no seu início, sendo particularmente decisiva nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Fica claro, além disso, que as fronteiras setoriais entre agropecuária, indústria e serviços deixam cada vez mais de existir. Mas trata-se de alterações indispensáveis para o empresariado e a produtividade. Esta, uma vez que a indústria 4.0 estivesse instalada e operante, passaria a crescer significativamente. Evidencia-se que análises sistêmicas e intersetoriais, como a do presente trabalho, tendem a se tornar essenciais.

Para Arbix *et al*. (2017, p. 33), a manufatura avançada se constitui de três características estruturantes dos novos processos: eles são digitais; fortemente integrados; e intensivos em automação. Esses elementos, ao aproximarem objetos físicos e virtuais, formam uma produção industrial intensivamente flexível e customizada. Apesar de admitirem que o movimento de adoção da manufatura avançada já atingiu um ponto de não retorno, Arbix *et al*. (2017) reconhecem que tecnologias maduras, assentadas na Terceira Revolução Industrial, coexistem com as nascentes, e que não há ainda rotas tecnológicas da manufatura avançada claramente definidas, com suas sínteses e fusões. Por um lado, é certo, para os autores, que a mudança tecnológica seria o vetor principal de avanço de produtividade na manufatura avançada, a exemplo do já detectado em Bahia (2015b), como salientamos. Por outro lado, segundo os autores, seria necessário adaptar-se à emergência das cadeias globais de valor. Em síntese, está-se na emergência de um novo paradigma produtivo, a manufatura avançada, sendo extremamente oportuno adaptar-se desde já.

Com a possível implantação da manufatura avançada no Brasil, as cadeias globais de valor muito provavelmente fariam parte do comércio exterior do Brasil.

Ferraz, Gutierre e Cabral (2015) analisam o comércio exterior brasileiro recente, tendo em vista a transição para cadeias globais de valor. Os autores chegam a algumas conclusões: por um lado, há uma tendência de fragmentação internacional da atividade produtiva; por outro lado, a estrutura produtiva do Brasil ainda é verticalizada. Além disso, na última década, houve um aumento expressivo de importação de insumos em todos setores da economia brasileira, mas a sua penetração na indústria brasileira é ainda relativamente baixa, perante a experiência internacional. A produção e a exportação de bens intermediários brasileiros vêm se especializando em setores menos intensivos em tecnologia, enquanto, para os bens mais intensivos em tecnologia, o Brasil vem se especializando em produção e exportação de bens finais. Finalmente, para o Brasil, os principais parceiros de comércio são a União Europeia, o Tratado Norte-Americano de Livre-Comércio (North American Free Trade Agreement – Nafta) e a China.

3 METODOLOGIA

3.1 Cálculo das cadeias produtivas de cada setor da IT

Desenvolvemos nesta subseção a metodologia de cálculo das cadeias produtivas a partir de cada setor da IT. Antes, precisamos fazer duas considerações, conforme a seguir descrito.

1) Calculamos a produtividade do trabalho não de cada setor J da IT, mas da cadeia produtiva de cada setor J. Ou seja, a produtividade do trabalho aqui é representativa de cada cadeia produtiva do setor, não do setor isolado.

2) Na revisão bibliográfica na seção 2, mostramos que a análise atual no Brasil caminha para a seguinte conclusão sobre a estrutura industrial brasileira: é importante adensar as cadeias produtivas porque essas apresentam uma particular capacidade de induzir crescimento econômico, por meio de relações produtivas intersetoriais que o setor de serviços não apresenta – este geralmente induz a impactos para frente, com menores efeitos de disseminação de crescimento para toda a estrutura produtiva. Além disso, setores industriais, ao crescerem, geram impactos no mercado de trabalho, por meio de empregos e salários mais altos, que a crescente e temporal evolução de complexidade tecnológica propicia. Tentamos mostrar neste trabalho que, de maneira análoga, mas diferente, o adensamento de cadeias produtivas com importância estratégica pode aumentar a produtividade do trabalho de toda cadeia produtiva, a partir de cada setor industrial.

Para tanto, desenvolvemos a metodologia a seguir exposta. Primeiro, calculamos a variação de VP setorial segundo Holland e Matin (1993) e Bahia (2012; 2015b). Devemos salientar que, no cálculo da produtividade do trabalho, não utilizamos o VA setorial, mas o VP de cada setor envolvido. O motivo é que consideramos o VA mais uma variável de resultado concorrencial, em boa parte representativa da interação das firmas do mercado, depois de a produção já ter sido definida, e que, portanto, envolve mais condicionantes de concorrência definidos *ex-post* à produção em si. O VP é a *proxy* mais fidedigna que temos de quantidade produzida, assim definida como resultante da produção originalmente por Samuelson (1983, p. 57). Assim, o VP parece-nos mais adequado para mensurar a produtividade do trabalho, um conceito essencialmente vindo da produção *ex-ante* às interações de venda no mercado.

Partimos da seguinte identidade contábil das Contas Nacionais:

$$\Delta Q = \Delta W + \Delta F + \Delta E + \Delta M \tag{1}$$

Onde:

- 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 à 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.

Utilizamos a metodologia da MIP. Assim, as variáveis do lado direito da equação (1) serão vetores que, operados como vetores de uma MIP, alteram o vetor do lado esquerdo da mesma equação (1). Esse procedimento é feito anualmente, de 2000 a 2019, gerando uma evolução dos mesmos vetores nesse período.

As importações têm dois tratamentos. Aquelas destinadas ao uso final (consumo, FBCF e exportações) não apresentam influência no nível de produção (VP), motivo pelo qual são ignoradas no presente exercício. Aquelas destinadas à utilização intermediária como insumos alteram os coeficientes técnicos da MIP, o que apresenta impacto no VP, motivo pelo qual são consideradas.

As equações (2), (3) e (3') especificam como serão feitos os exercícios na MIP.

$$Q_{iT} = W_{iT}^{d} + F_{iT}^{d} + E_{iT} \tag{2}$$

$$M_{iT} = W_{iT}^{M} + F_{iT}^{M} \tag{3}$$

$$F_{iT} = F_{iT}^{d} + F_{iT}^{M} \tag{3'}$$

Onde:

- Q_{iT} = produção doméstica no setor i e no ano T;
- W_{iT}^{d} = demanda intermediária doméstica do setor i no ano T;
- F_{iT}^{d} = demanda final doméstica no setor i e 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.

É necessário converter valores domésticos e externos em apenas domésticos. Para a demanda final e seus componentes, utilizamos o seguinte conversor:

$$d_{iT} = F_{iT}^{d} / F_{iT} \tag{4}$$

Para a demanda intermediária, utilizamos o seguinte conversor:

$$w_{iT} = W_{iT}^{d} / W_{iT} \tag{5}$$

Podemos especificar o lado direito da equação (1) da seguinte maneira:

$$\Delta Q_{T,T+1} = D^{A}_{T,T+1} + D^{B}_{T,T+1} + D^{C}_{T,T+1} + D^{D}_{T,T+1} + D^{E}_{T,T+1} + D^{F}_{T,T+1} \quad (6)$$

Onde:

- $D^{A}_{T,T+1}$ = variações de produção devido à variação do consumo das famílias entre T e $T+1$;
- $D^{B}_{T,T+1}$ = variações de produção devido à variação do consumo do governo entre T e $T+1$;
- $D^{C}_{T,T+1}$ = variações de produção devido à variação da FBCF entre T e $T+1$;
- $D^{D}_{T,T+1}$ = variações de produção devido à variação das exportações entre T e $T+1$;
- $D^{E}_{T,T+1}$ = variações de produção devido à variação dos conversores entre T e $T+1$; e
- $D^{F}_{T,T+1}$ = variações de produção devido à mudança tecnológica entre T e $T+1$.

O primeiro determinante, referente ao consumo das famílias, apresenta a seguinte forma algébrica:

$$D^{A}_{T,T+1} = R_T . d_{iT} . CF^{J}_{T+1} - R_T . d_{iT} . CF^{J}_{T} \quad (7)$$

Onde:

- R_T = inversa de Leontief no ano T;
- CF^{J}_{T} = vetor de consumo das famílias no setor J e no ano T; e
- CF^{J}_{T+1} = vetor de consumo das famílias no setor J e no ano $(T+1)$.

Analogamente, teríamos:

$$D^{B}_{T,T+1} = R_T . d_{iT} . CG^{J}_{T+1} - R_T . d_{iT} . CG^{J}_{T} \quad (8)$$

$$D^{C}_{T,T+1} = R_T . d_{iT} . FBCF^{J}_{T+1} - R_T . d_{iT} . FBCF^{J}_{T} \quad (9)$$

$$D^{D}_{T,T+1} = R_T . E^{J}_{T+1} - R_T . E^{J}_{T} \quad (10)$$

Onde:

- CG^J_{T+1} = vetor de consumo do governo no setor J e no ano $(T+1)$;
- CG^J_T = vetor de consumo do governo no setor J e no ano T;
- $FBCF^J_T$ = vetor de $FBCF$ no setor J e no ano T;
- $FBCF^J_{T+1}$ = vetor de $FBCF$ no setor J e no ano $(T+1)$;
- E^J_T = vetor de exportações no setor J e no ano T; e
- E^J_{T+1} = vetor de exportações no setor J e no ano T.

O impacto da variação dos conversores é o seguinte:

$$D^E_{T,T+1} = R_T.d^J_{T+1}.F_{T+1} + R_T.w^J_{T+1}.W_{T+1} - R_T.d^J_T.F_{T+1} - R_T.w^J_T.W_{T+1} \quad (11)$$

Onde:

- d^J_T = vetor do conversor d no ano T para o setor J;
- d^J_{T+1} = vetor do conversor d no ano $(T+1)$ para o setor J;
- w^J_T = vetor do conversor w no ano T para o setor J; e
- w^J_{T+1} = vetor do conversor w no ano $(T+1)$ para o setor J.

Finalmente, temos o efeito setorial devido à alteração da matriz de coeficientes técnicos:

$$AQ_T = A_T.Q_{T+1} \quad (12)$$

$$AQ_{T+1} = A_{T+1}.Q_{T+1} \quad (13)$$

$$D^F_{T,T+1} = R_T.AQ^J_{T+1} - R_T.AQ^J_T \quad (14)$$

Onde:

- A_T = matriz de coeficientes técnicos em T;
- A_{T+1} = matriz de coeficientes técnicos em $(T+1)$;

- AQ_T^J = vetor de insumos do setor J considerando a matriz de coeficientes técnicos em T; e
- AQ_{T+1}^J = vetor de insumos do setor J considerando a matriz de coeficientes técnicos em $(T+1)$.

Podemos agora reescrever a equação (6) da seguinte maneira:

$$\Delta Q_{T,T+1} = R_T.N_{T+1}^J - R_T.\ N_T^J \tag{15}$$

Onde:

- N_T^J = vetor da soma de todos os vetores do setor J no ano T nas equações de (7) a (14);
- N_{T+1}^J = análogo à definição anterior para ano $(T+1)$;
- $R_T.\ N_T^J$ = cadeia produtiva do setor J no ano T; e
- $R_T.N_{T+1}^J$ = cadeia produtiva do setor J no ano $(T+1)$.

Nota-se que as cadeias produtivas do setor J definidas na equação (15) contém todos os setores da MIP. O que é específico de cada cadeia, de cada setor J, é o VP de cada setor da cadeia produtiva, ou seja, os setores mais importantes de cada cadeia produtiva apresentam VP maior, e os setores menos importantes, VP menor. Fica claro que cada cadeia produtiva, ao ser especificada, não traz em si nenhuma definição *ad hoc* de setores mais ou menos importantes.

3.2 Cálculo da produtividade do trabalho de cada cadeia produtiva

Nesta subseção descrevemos a metodologia utilizada para se calcular a produtividade do trabalho setorial. Quatro aspectos merecem ser destacados, conforme a seguir descrito.

1) O fator trabalho é expresso pelas ocupações setoriais, não pelo pessoal ocupado, como publicado nas CNABs atuais.
2) As MIPs, utilizadas nos cálculos, foram calculadas a partir das CNABs de 2000 a 2019 (as atualmente publicadas), a preços constantes de 2000, utilizando a metodologia de Guilhoto e Sesso Filho (2005; 2010).

3) O cálculo de produtividade do trabalho é um cálculo conjunto da cadeia produtiva do setor J, no ano considerado, como definida na equação (15), não para o setor J isolado.

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

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

OCP_T

OCP_{T+1}

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

$$OC_T = (R_T . N_T^J) \boldsymbol{X} OCP_T \quad (16)$$

$$OC_{T+1} = (R_T . N_{T+1}^J) \boldsymbol{X} OCP_{T+1} \quad (17)$$

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

$$TOC_T = \text{U}. OC_T \quad (18)$$

$$TOC_{T+1} = \text{U}. OC_{T+1} \quad (19)$$

Onde *U* é um vetor-linha unitário.

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

$$TVP_T = \text{U}. (R_T . N_T^J) \quad (20)$$

$$TVP_{T+1} = \text{U}.(R_T . N_{T+1}^J) \quad (21)$$

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

$$PDT_T = TVP_T / TOC_T \quad (22)$$

$$PDT_{T+1} = TVP_{T+1} / TOC_{T+1} \quad (23)$$

As equações (22) e (23) podem ser expressas também em termos de somatórios, como vemos abaixo:

$$PDT_T = (n_T^J . \sum_i b_{iJ}) / (n_T^J . \sum_i b_{iJT} . OCP_{iJT}) \quad (24)$$

$$PDT_T = (\sum_i b_{iJ}) / (\sum_i b_{iJT} . OCP_{iJT}) \quad (25)$$

Onde:

- n_T^J = único valor do vetor N_T^J não nulo, na linha J no ano T;
- b_{iJ} = *backward linkage* na linha i e coluna J de R_T; e
- OCP_{iJT} = número de ocupações do vetor de ocupações na linha i para o setor J, no ano T.

Analogamente à equação (24), temos o somatório das equações (26) e (27) para o ano $(T+1)$:

$$PDT_{T+1} = (n_{T+1}^J . \sum_i b_{iJ}) / (n_{T+1}^J . \sum_i b_{iJ(T+1)} . OCP_{iJ(T+1)}) \quad (26)$$

$$PDT_{T+1} = (\sum_i b_{iJ}) / (\sum_i b_{iJ(T+1)} . OCP_{iJ(T+1)}) \quad (27)$$

Podemos concluir, das equações (25) e (27), os aspectos descritos a seguir.

Quando a estrutura produtiva se adensa (maiores *backward linkages*), a produtividade do trabalho da cadeia produtiva J como um todo aumenta. Isso ocorre porque, nas equações (25) e (27), o numerador aumenta e o denominador aumenta menos, uma vez que OCP_{iJT} e $OCP_{iJ(T+1)}$ são, cada um, menores que a unidade.

Além disso, quando OCP_{iJT} e $OCP_{iJ(T+1)}$ diminuem (maior produtividade do trabalho de cada setor isolado da estrutura produtiva), o denominador das equações (25) e (27) também diminui, e a produtividade do trabalho da cadeia produtiva J como um todo aumenta.

Assim, o adensamento da estrutura produtiva e a produtividade do trabalho de cada setor de cada cadeia produtiva influenciam a produtividade do trabalho da cadeia produtiva como um todo.

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

Calculamos a variação anual média de produtividade do trabalho por períodos selecionados. Como a produtividade é uma grandeza acumulativa, a média adotada será a geométrica. Os períodos em si serão os seguintes: 2000-2004, 2005-2008, 2009-2014 e 2015-2019. O primeiro período foi escolhido para captar o contexto da produtividade do trabalho setorial da crise cambial de 1999 e as dificuldades de oferta de energia elétrica internas ao Brasil. O segundo período busca captar o contexto da recuperação até a crise de 2008. O terceiro período busca captar a desaceleração da produção industrial depois de 2008 até o início da recessão brasileira depois de 2014. O quarto período busca captar o contexto da recessão brasileira depois de 2014. Finalmente, calculamos a média de todo o período, 2000-2019. Os resultados de variação, a cada período, serão apresentados em porcentagem ao ano (a.a.).

Denominando *a* o primeiro ano de um período e *b* o último ano, o cálculo da variação média geométrica da produtividade do trabalho seria o seguinte:

$$VPDT_{ab} = (\text{MG}\ (PDT_a/PDT_{a-1}, \dots, PDT_b/PDT_{b-1}) - 1)*100^3 \quad (28)$$

Todas as demais variações de índices seguiram analogamente a equação (28).

4 RESULTADOS

Apresentaremos nas subseções seguintes os resultados de produtividade do trabalho calculados a partir da metodologia anteriormente especificada. O período considerado foi de 2000 a 2019, para o qual há CNABs publicadas. Os setores estão agrupados por complexos industriais, definidos por Haguenauer *et al*. (2001). Este agrupamento não influenciou no cálculo dos resultados, sendo apenas expositivo.

4.1 Complexo têxtil

Os setores do complexo têxtil são os apresentados no quadro 1.

3. Exceto para o período 2000-2004, onde teremos $VPDT_{ab}$ = (MG ($PDT_{a+1}/PDT_a, \dots, PDT_b/PDT_{b-1}$) -1)*100

QUADRO 1
Setores do complexo têxtil – códigos CNAE 2.0

Atividade	Códigos CNAE 2.0
Têxteis	13
Artigos de vestuário e acessórios	14
Artefatos de couro e calçados	15

Fonte: Sistema de Contas Nacionais (SCN) 2010 do IBGE.
Obs.: CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas.

4.1.1 Cadeia produtiva têxtil

A evolução da produtividade do trabalho do setor têxtil está expressa na tabela 1.

TABELA 1
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva têxtil (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-0,38	2,27	-2,43	-0,78	**-0,59**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Os principais setores da cadeia têxtil são, em ordem decrescente de importância: i) agricultura; ii) produtos químicos; iii) resinas e elastômeros; iv) refino de petróleo; e v) borracha e plástico. O primeiro setor se refere à produção de algodão, principalmente, e de fibras naturais e artificiais. O segundo setor, ao tratamento de tecidos. E os demais, à fabricação de fibras sintéticas.

O melhor desempenho de produtividade do trabalho se deve ao período 2005-2008. Os demais períodos mostraram produtividade do trabalho cadentes, principalmente em 2009-2014.

4.1.2 Cadeia produtiva de vestuário e acessórios

Os principais setores da cadeia de vestuário e acessórios, em ordem decrescente de importância, são os seguintes: i) têxtil; ii) vestuário; iii) produtos químicos; iv) refino de petróleo; e v) borracha e plástico. O primeiro setor fornece tecidos. O segundo setor é recursivo, devido às etapas de confecção de peças de vestuário. O terceiro é responsável pela confecção de tecidos e seu preparo para utilização em vestuário. Finalmente, temos a cadeia petroquímica, que fabrica acessórios para utilização no vestuário.

Na tabela 2, apresentamos a evolução da produtividade na cadeia de vestuário e acessórios.

TABELA 2
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de vestuário e acessórios (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-4,80	-1,02	-0,78	-0,12	**-1,52**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

A cadeia de vestuário vem, desde 2000 até 2019, apresentando quedas contínuas de produtividade do trabalho. Deve-se ter em mente que essa cadeia é intensiva em trabalho, onde predominam empresas menores. Essa é uma cadeia muito sensível à melhoria e à distribuição de renda.

4.1.3 Cadeia produtiva de calçados

Apresentamos a evolução de produtividade do trabalho da cadeia de calçados na tabela 3.

TABELA 3
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva dos calçados (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-2,73	-0,13	-0,11	-0,18	**-0,69**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Os principais setores da cadeia de calçados, em ordem decrescente de importância, são: i) couro e calçados; ii) têxtil; iii) produtos químicos; iv) resinas e elastômeros; e v) borracha e plástico. O setor de couro e calçados – desde a preparação do couro até a fabricação de calçados de couro – é desproporcionalmente o setor de maior peso; do que podemos concluir que o calçado brasileiro é predominantemente de couro. A seguir, temos o fornecimento de tecidos pelo setor têxtil para a fabricação do acabamento ou mesmo das partes principais dos calçados. Finalmente, temos a cadeia petroquímica, fornecedora de artigos de borracha e plástico para a confecção de calçados.

Conforme a tabela 3, excetuando-se o período 2000-2004, a produtividade do trabalho da cadeia de calçados manteve-se praticamente constante, o que é um desempenho ligeiramente melhor que o da cadeia de vestuário.

4.2 Complexo da agroindústria

Apresentamos no quadro 2 os setores do complexo da agroindústria. Salienta-se que não abordaremos a agricultura e a pecuária, por estarmos tratando apenas da IT.

QUADRO 2
Setores do complexo da agroindústria – códigos CNAE 2.0

Atividade	Códigos CNAE 2.0
Agricultura e exploração florestal	11, 12, 13, 14, 2
Pecuária e pesca	15, 3
Alimentos e bebidas	101,102,105, 107, 103,104, 106, 108, 109, 11
Celulose e produtos de papel	17
Álcool	1931-4

Fonte: SCN/IBGE 2010.

4.2.1 Cadeia produtiva de alimentos e bebidas

A cadeia de alimentos e bebidas se compõe, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) agricultura; ii) pecuária; iii) produtos químicos; iv) borracha e plástico; e v) produtos de metal. Os dois primeiros setores são os de fornecedores de matéria-prima. O terceiro, de produtos como conservantes, essências etc. O setor de borracha e plástico fornece principalmente embalagens. O mesmo faz o setor de produtos de metal; por exemplo, provê recipientes de alumínio.

Na tabela 4, apresentamos a evolução da produtividade do trabalho nessa cadeia.

TABELA 4
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de alimentos e bebidas (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	1,22	3,76	2,54	1,29	**2,18**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Nota-se, na tabela 4, a expressiva e positiva evolução de produtividade do trabalho na cadeia de alimentos e bebidas. De fato, essa cadeia, bastante favorecida pela alta produtividade da agricultura e da pecuária, mostrou-se uma das cadeias produtivas de melhor evolução de produtividade na IT.

4.2.2 Cadeia produtiva de celulose e papel

A cadeia de celulose e papel se constitui dos seguintes principais elos, em ordem decrescente de importância: i) celulose e papel; ii) produtos químicos; iii) agricultura; iv) máquinas e equipamentos; e v) tintas e vernizes. O primeiro setor é recursivo e de muito longe o de maior peso da cadeia; trata-se da intensiva etapa de processamento do eucalipto e da produção da pasta de celulose ou do próprio papel. O segundo setor corresponde ao uso de preparados químicos no processo do primeiro setor. A agricultura refere-se à atividade de reflorestamento do eucalipto, e o quarto setor, à manutenção de capital instalado. Finalmente, o último setor fornece tintas para a confecção de vários tipos de papel.

A evolução da produtividade do trabalho na cadeia de papel e celulose é explicitada na tabela 5.

TABELA 5
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de papel e celulose (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-0,50	2,00	1,21	-0,24	**0,63**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Observamos na tabela 5 que a cadeia de celulose e papel apresenta uma boa evolução, apesar de modesta, de produtividade do trabalho: quando se retrai (primeiro e último períodos), cai levemente; quando aumenta, eleva-se de maneira discreta, mas expressiva (segundo e terceiro períodos).

4.2.3 Cadeia produtiva do álcool

A cadeia de álcool se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) álcool; ii) agricultura; iii) produtos químicos; iv) defensivos agrícolas; e v) máquinas e equipamentos. Os dois primeiros setores são de longe os de maior peso

nessa cadeia, constituindo-se do cultivo de cana-de-açúcar e de usinas de etanol. O terceiro setor produz preparados para o álcool, e o quarto, defensivos utilizados no cultivo. O último setor se constitui da manutenção de máquinas instaladas, principalmente nas usinas.

Na tabela 6, apresentamos a evolução da produtividade do trabalho na cadeia de álcool.

TABELA 6

Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva álcool (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	2,47	5,16	3,40	2,22	**3,16**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Percebe-se que essa cadeia apresenta um desempenho produtivo ainda melhor que o da cadeia produtiva de alimentos e bebidas. Mesmo em períodos difíceis, como o primeiro e o último, sua produtividade do trabalho é positiva e significante. Nos períodos favoráveis (segundo e terceiro), seu desempenho é superior ao da média das cadeias produtiva da IT.

4.3 Complexo da construção civil

Apresentamos no quadro 3 as cadeias produtivas do complexo construção civil.

QUADRO 3

Setores do complexo da construção civil – códigos CNAE 2.0

Atividade	Códigos CNAE 2.0
Outros da indústria extrativa	05, 08, 072
Produtos de madeira – exclusive móveis	16
Cimento e outros produtos de minerais não metálicos	23
Construção civil	41, 42, 43

Fonte: SCN/IBGE 2010.

4.3.1 Cadeia produtiva da madeira

A cadeia produtiva de madeira se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) madeira; ii) agricultura; iii) máquinas e equipamentos; iv) produtos químicos; e v) produtos de metal. O primeiro setor trata do processamento da madeira em suas várias modalidades; o segundo, da extração de madeira, principalmente via reflorestamento. O terceiro setor dedica-se à manutenção de máquinas. O quarto trata de produtos químicos utilizados no primeiro setor. E o quinto, de produtos utilizados principalmente no corte de madeira.

A tabela 7 traz o desempenho dessa cadeia produtiva, quanto à produtividade do trabalho.

TABELA 7
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva da madeira (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-0,35	-1,27	2,45	1,30	**0,76**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

O melhor desempenho produtivo dessa cadeia produtiva foi depois de 2008, ao contrário da maioria das cadeias produtivas. No período de 2000 a 2019 como um todo, houve ainda um avanço médio anual de produtividade dessa cadeia produtiva.

4.3.2 Cadeia produtiva do cimento

A produção de cimento – que aqui inclui também produtos de minerais não metálicos – apresenta em sua cadeia produtiva, em ordem decrescente de importância, os seguintes setores: i) cimento; ii) outros da indústria extrativa; iii) refino de petróleo e coque; iv) máquinas e equipamentos; e v) produtos químicos. O primeiro setor é o do processo em si de fabricação de cimento. O segundo corresponde principalmente à extração de calcário, argila e brita (matérias-primas). O terceiro produz fontes de aquecimento do forno. O quarto realiza a manutenção de máquinas na fábrica. E o último fornece produtos químicos adicionados na fabricação.

Na tabela 8 apresentamos a evolução da produtividade do trabalho da cadeia produtiva do cimento, incluindo outros produtos de minerais não metálicos.

TABELA 8
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva do cimento (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,71	1,56	-0,10	-0,32	**-0,15**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Notamos que essa cadeia produtiva apresentou evolução positiva de produtividade do trabalho apenas no período 2004-2008. Entretanto, depois de 2008 a regressão de produtividade foi muito leve, e no período 2000-2019 como um todo também – do que podemos concluir que sua produtividade do trabalho ficou praticamente constante depois de 2008.

4.3.3 Cadeia produtiva de construção civil

A cadeia produtiva de construção civil apresenta, em ordem decrescente de importância, os seguintes setores: i) construção civil; ii) cimento; iii) produtos de metal; iv) aço e derivados; e v) borracha e plástico. O primeiro setor é a própria construção civil. O segundo fabrica o principal material da estrutura da construção, uma vez que a construção no Brasil é predominantemente de concreto armado. O terceiro produz peças utilizadas na construção. O quarto elo fornece principalmente o aço trefilado do concreto armado. E o último, elementos de borracha e plástico utilizados na construção.

Na tabela 9, apresentamos o desempenho de produtividade do trabalho da cadeia produtiva de construção civil.

TABELA 9
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva da construção civil (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,22	0,36	-0,29	-1,82	**-0,76**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

A cadeia produtiva da construção civil apresentou aumento de produtividade do trabalho apenas no período 2004-2008. Depois de 2008, entretanto, o recuo de produtividade mais expressivo foi no período 2014-2019.

4.4 Complexo químico

No quadro 4, apresentamos os setores do complexo químico.

QUADRO 4
Setores do complexo químico – códigos CNAE 2.0

Atividade	Códigos CNAE 2.0
Petróleo e gás natural	06, 09
Refino de petróleo e coque	191, 192
Produtos químicos	201, 202
Fabricação de resinas e elastômeros	203, 204
Produtos farmacêuticos	21
Defensivos agrícolas	205
Perfumaria, higiene e limpeza	206
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	207
Produtos e preparados de químicos diversos	209
Artigos de borracha e plástico	22

Fonte: SCN/IBGE 2010.

4.4.1 Refino de petróleo e coque

Em ordem decrescente de importância, os seguintes setores integram a cadeia produtiva de refino de petróleo e coque: i) refino; ii) extração de petróleo e gás; iii) produtos químicos; iv) máquinas e equipamentos; e v) produtos de metal. O primeiro setor é o processo de refino em si; o segundo, o fornecimento de matéria-prima brasileira; o terceiro setor, o fornecimento de produtos para o refino; o quarto, a manutenção de máquinas e equipamentos; e o último, produtos eventualmente necessários às instalações do refino.

Na tabela 10, apresentamos a evolução da produtividade do trabalho da cadeia produtiva do refino de petróleo e coque.

TABELA 10
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva do refino de petróleo e coque (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,02	2,14	1,41	0,21	**0,73**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Nota-se, na cadeia do refino de petróleo e coque, que houve perda de produtividade do trabalho apenas no primeiro período. Nos demais períodos, houve avanço positivo de produtividade do trabalho. A média de todo o período (2000-2019) foi positiva.

4.4.2 Cadeia produtiva de produtos químicos

A cadeia produtiva de produtos químicos se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) produtos químicos; ii) refino; iii) extração de petróleo; outros da indústria extrativa; e iv) borracha e plástico. O primeiro setor é o processo produtivo em si de produtos químicos. O segundo, o terceiro e o último setores são a faceta petroquímica dessa cadeia produtiva, com produção de eteno e benzeno, entre outros compostos. O quarto setor é a fonte de produção de produtos como soda cáustica, cloro e água destilada, constituintes da cadeia produtiva de produtos químicos.

Na tabela 11, temos a evolução da produtividade do trabalho da cadeia produtiva de produtos químicos.

TABELA 11
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de produtos químicos (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,38	1,89	0,37	-1,14	**-0,08**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Podemos observar que a produtividade do trabalho dessa cadeia produtiva cresceu no segundo e no terceiro período, e decresceu nos dois outros. A evolução da produtividade no período de 2000 a 2019 como um todo indica uma manutenção média.

4.4.3 Cadeia produtiva de resinas e elastômeros

A cadeia produtiva de resinas e elastômeros apresenta, em ordem decrescente de importância, os seguintes setores: i) resinas e elastômeros; ii) produtos químicos; iii) refino; iv) extração de petróleo e gás; e v) máquinas e equipamentos. O primeiro setor corresponde ao próprio processo produtivo de resinas e elastômeros. O segundo faz o fornecimento de petroquímicos básicos e intermediários, como a amônia, entre outros. O terceiro e o quarto setores são os principais fornecedores de produtos da cadeia petroquímica, como a nafta. O último faz a manutenção de máquinas e equipamentos das instalações petroquímicas.

A evolução da produtividade do trabalho da cadeia produtiva de resinas e elastômeros está na tabela 12.

TABELA 12
Evolução da produtividade do trabalho cadeia produtiva resinas e elastômeros (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-0,95	1,50	0,58	-0,78	**0,09**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Verificamos que, no primeiro e no quarto períodos, a produtividade do trabalho decresceu ligeiramente, ao contrário dos períodos mais favoráveis (o segundo e o terceiro), quando a produtividade aumentou, também ligeiramente. O resultado médio do período como um todo (2000-2019) foi ligeiramente positivo, consubstanciando numa manutenção média da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de resinas e elastômeros.

4.4.4 Cadeia produtiva de produtos farmacêuticos

A cadeia produtiva de produtos farmacêuticos se constitui, em ordem decrescente de importância, nos seguintes setores: i) produtos farmacêuticos; ii) produtos químicos; iii) refino; iv) borracha e plástico; e v) químicos diversos. O primeiro setor é o processo produtivo em si de produtos farmacêuticos. O segundo setor é o fornecimento de insumos, como álcool etílico e água destilada, para o primeiro setor. O terceiro e o quarto setores são produtos petroquímicos para embalagens e peças farmacêuticas de borracha e plástico. O último setor também é fornecedor de insumos para o primeiro setor, como adesivos e selantes ou catalisadores.

Na tabela 13, apresentamos a evolução da produtividade do trabalho para a cadeia produtiva de produtos farmacêuticos.

TABELA 13
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de produtos farmacêuticos (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,46	2,72	0,53	-0,85	**0,20**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

A exemplo da cadeia produtiva anterior, na de produtos farmacêuticos a produtividade do trabalho decresceu nos períodos adversos, ou seja, o primeiro e o quarto. No terceiro e no segundo períodos, a produtividade do trabalho avançou positivamente. No período de 2000 a 2019 como um todo, houve ligeiro avanço médio anual; na prática, uma manutenção da produtividade do trabalho ao longo de todo o período.

4.4.5 Cadeia produtiva de defensivos agrícolas

A cadeia produtiva de defensivos agrícolas contém, em ordem decrescente de importância, os seguintes setores: i) defensivos; ii) produtos químicos; iii) refino; iv) borracha e plástico; e v) máquinas e equipamentos. O primeiro refere-se à produção de defensivos agrícolas. O segundo fornece elementos químicos a serem sintetizados com os princípios ativos. O terceiro e o quarto estão relacionados à confecção de embalagens dos defensivos agrícolas. E o último trata da manutenção de máquinas e equipamentos.

Na tabela 14, apresentamos a evolução de produtividade do trabalho da cadeia produtiva de defensivos agrícolas.

TABELA 14
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de defensivos agrícolas (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,37	2,05	0,58	-1,44	**-0,06**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Nos períodos de condições adversas (o primeiro e o último), essa cadeia produtiva apresenta retração de produtividade do trabalho. Nos demais períodos, há avanço de produtividade, especialmente no período 2004-2008. De 2000 a 2019, a produtividade do trabalho média praticamente se mantém constante.

4.4.6 Cadeia produtiva de perfumaria e produtos de limpeza

A cadeia produtiva de perfumaria e produtos de limpeza se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) perfumaria; ii) produtos químicos; iii) álcool; iv) agricultura; e v) celulose e papel. O primeiro setor trata do processo produtivo de perfumaria. O segundo e o terceiro fornecem, respectivamente, elementos

químicos e álcool para a produção de cosméticos e produtos de limpeza. O quarto fornece essências naturais principalmente para a produção de cosméticos. E o último confecciona embalagens.

Na tabela 15, apresentamos a evolução de produtividade do trabalho da cadeia produtiva de perfumaria e produtos de limpeza.

TABELA 15
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de perfumaria e produtos de limpeza (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,00	2,42	2,79	0,52	**1,31**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Essa cadeia produtiva apresenta excelente evolução de produtividade do trabalho: apenas no primeiro período, há retração de produtividade. Nos demais períodos, a produtividade avança, mesmo nos de recessão ou baixo crescimento. No período de 2000 a 2019 como um todo, há avanço médio importante de produtividade do trabalho.

4.4.7 Cadeia produtiva de tintas

A cadeia produtiva de tintas se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) tintas; ii) produtos químicos; iii) resinas e elastômeros; iv) refino; e v) químicos diversos. O primeiro setor corresponde à fabricação de tintas, vernizes e lacas. O segundo e o último se constituem de setores que fornecem produtos químicos ao primeiro elo. O terceiro e o quarto elos constituem a petroquímica, com fornecimento de óleos e plástico para tintas.

Na tabela 16, apresentamos o desempenho de produtividade do trabalho da cadeia produtiva de tintas.

TABELA 16
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de tintas, vernizes e lacas (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-0,83	1,54	1,21	-1,08	**0,24**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Observe-se que, no primeiro e no quarto períodos, houve retração de produtividade – foram períodos adversos, principalmente o quarto. Nos períodos segundo e terceiro, a produtividade do trabalho cresceu, principalmente no segundo. No período de 2000 a 2019 como um todo, a produtividade do trabalho praticamente se manteve constante.

4.4.8 Cadeia produtiva de químicos diversos

A cadeia produtiva de químicos diversos se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) químicos diversos; ii) produtos químicos; iii) alimentos e bebidas; iv) refino; e v) resinas e elastômeros. O primeiro setor é o processo de fabricação de químicos diversos. O segundo fornece elementos químicos. O terceiro fornece principalmente óleos vegetais. Os setores quarto e quinto fornecem principalmente material para fazer fluidos de máquinas hidráulicas.

Na tabela 17, mostramos a evolução de produtividade do trabalho na cadeia produtiva de químicos diversos.

No primeiro e no quarto períodos, houve retração de produtividade do trabalho, enquanto nos períodos segundo e terceiro, menos adversos, houve aumento. De 2000 a 2019, a produtividade do trabalho cresce ligeiramente na média, permanecendo na prática constante.

TABELA 17
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de químicos diversos (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,11	1,94	0,55	-0,21	**0,29**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

4.4.9 Cadeia produtiva de borracha e plástico

Essa cadeia produtiva se constitui, em ordem decrescente de importância, nos seguintes setores: i) borracha e plástico; ii) resinas e elastômeros; iii) refino; iv) máquinas e equipamentos; e v) extração de petróleo. O primeiro, segundo, terceiro e quinto setores são a conhecida cadeia petroquímica. O quarto setor se constitui de manutenção de máquinas do primeiro setor.

Na tabela 18, apresentamos a evolução da produtividade do trabalho da cadeia produtiva de borracha e plástico.

TABELA 18
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de borracha e plástico (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,24	0,42	-0,54	0,18	**-0,30**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

A produtividade do trabalho regrediu no primeiro e no terceiro períodos, mas avançou no segundo e no quarto. De 2000 a 2019 como um todo, a produtividade do trabalho manteve-se constante na média.

4.5 Complexo metalomecânico

No quadro 5, apresentamos os setores do complexo metalomecânico.

QUADRO 5
Setores do complexo metalomecânico – códigos CNAE 2.0

Atividade	Códigos CNAE 2.0
Minério de ferro	071
Fabricação de aço e derivados	241, 242, 243
Metalurgia de metais não ferrosos	244, 245
Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	25
Máquinas e equipamentos inclusive manutenção e reparos	27 (menos 27.5), 28, 33
Eletrodomésticos e material eletrônico	26.1, 27.5
Máquinas para escritório, aparelhos e materiais eletrônicos	26 (menos 26.1)
Automóveis, camionetas, caminhões e ônibus	291, 292, 293
Peças e acessórios para veículos automotores	294, 295

Fonte: SCN/IBGE 2010.

4.5.1 Cadeia produtiva de aço e derivados

A cadeia produtiva de aço e derivados se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) aço e derivados; ii) extração de minério de ferro; iii) máquinas e equipamentos; iv) refino; e v) produtos de metal. O primeiro setor é o

processo produtivo em si da metalurgia de aço. O segundo é responsável pelo fornecimento de minério de ferro para síntese do aço; o terceiro, pela manutenção de máquinas instaladas; o quarto, pelo fornecimento de coque para os altos-fornos. O último fabrica produtos para manutenção das máquinas instaladas.

A evolução da produtividade do trabalho da cadeia produtiva de aço e derivados está na tabela 19.

TABELA 19
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de aço e derivados (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,31	1,09	0,40	-0,61	**-0,09**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Essa cadeia produtiva apresentou regressão de produtividade do trabalho no primeiro e no último período, mas avanço positivo no segundo e no terceiro. No período de 2000 a 2019 como um todo, a produtividade do trabalho manteve-se em média constante.

4.5.2 Cadeia produtiva de metalurgia dos não ferrosos

A cadeia produtiva de metalurgia dos não ferrosos se constitui, em ordem decrescente, dos seguintes setores: i) metalurgia dos não ferrosos; ii) outros da indústria extrativa; iii) máquinas e equipamentos; iv) produtos de metal; e v) eletrodomésticos e material elétrico. O primeiro setor se refere ao processo produtivo em si da metalurgia dos não ferrosos. O segundo, à sua indústria extrativa. O terceiro, à manutenção das máquinas instaladas. O quarto, aos produtos de metal necessários à manutenção. E o último, ao material elétrico de manutenção ao processo produtivo do primeiro setor.

Na tabela 20, temos a evolução de produtividade do trabalho da cadeia de metalurgia dos não ferrosos.

TABELA 20
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva da metalurgia dos não ferrosos (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-0,07	0,16	0,39	-0,47	**0,02**

Fonte: CNAB/ IBGE de 2000 a 2019.

Na tabela 20, notamos que a cadeia produtiva de metalurgia dos não ferrosos apresentou produtividade do trabalho cadente nos primeiro e último período. Contudo, no segundo e no terceiro período, há aumento de produtividade do trabalho. No período de 2000 a 2019 como um todo, há uma manutenção e constância da produtividade do trabalho nessa cadeia produtiva.

4.5.3 Cadeia produtiva de produtos de metal

A cadeia produtiva de produtos de metal se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) produtos de metal; ii) aço e derivados; iii) metalurgia de não ferrosos; iv) máquinas e equipamentos; e v) produtos químicos. O primeiro setor ocupa-se do processo produtivo em si de produtos de metal. O segundo e o terceiro setores são fornecedores de aço e não ferrosos para o primeiro setor. O quarto setor se constitui de manutenção de máquinas instaladas. E o último, de fornecedores de produtos químicos para tratamento de produtos do primeiro setor.

Na tabela 21, temos a evolução de produtividade do trabalho da cadeia produtiva de produtos de metal.

TABELA 21
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de produtos de metal (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-0,01	-0,71	0,49	-0,13	**-0,03**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Observamos que a cadeia produtiva de produtos de metal apresentou, de 2000 a 2019, evolução de produtividade do trabalho ligeiramente negativa (primeiro, segundo e quarto períodos), na prática com manutenção constante da produtividade do trabalho.

Apenas no segundo período, há um valor de evolução de produtividade do trabalho ligeiramente maior (em termos absolutos), mas mesmo assim negativo. No terceiro período, há crescimento de produtividade do trabalho, mas pouco expressivo em termos absolutos. De 2000 a 2019, nota-se manutenção constante da produtividade do trabalho dessa cadeia produtiva.

4.5.4 Cadeia produtiva de máquinas e equipamentos

Essa cadeia produtiva se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) máquinas e equipamentos; ii) aço e derivados; iii) produtos de metal; iv) metais não ferrosos; v) eletrodomésticos e material elétrico; vi) borracha e plástico; e vii) máquinas para escritório, aparelhos e material eletrônico. O primeiro setor se constitui do processo produtivo em si de máquinas e equipamentos. O segundo, do fornecimento de aço ao primeiro. O terceiro, de peças de metal para construção de máquinas ou manutenção de equipamento instalado. O quarto, de fornecimento de metais não ferrosos. O quinto, de fornecimento de material elétrico. O sexto, de fornecimento de borracha e plástico à fabricação do primeiro. E o último, do fornecimento de material eletrônico ao primeiro.

Na tabela 22, apresentamos a evolução de produtividade do trabalho dessa cadeia produtiva.

TABELA 22
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de máquinas e equipamentos (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,95	0,24	-0,43	-0,68	**-0,68**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Assinale-se que, apenas no segundo período, a produtividade do trabalho dessa cadeia produtiva cresce. No período de 2000 a 2019 como um todo, a produtividade do trabalho mostrou-se cadente, embora com intensidade modesta.

4.5.5 Cadeia produtiva de eletrodomésticos

A cadeia produtiva de eletrodomésticos é formada, em ordem decrescente de importância, pelos seguintes setores: i) eletrodomésticos; ii) metalurgia de não ferrosos;

iii) aço e derivados; iv) borracha e plástico; v) máquinas e equipamentos; vi) produtos de metal; e vii) aparelhos e materiais eletrônicos. O primeiro setor é o processo produtivo em si de eletrodomésticos. O segundo e o terceiro fornecem estruturas metálicas para eletrodomésticos. O quarto provê peças de borracha e plástico. O quinto produz motores para eletrodomésticos; o sexto, peças de metal; e o último, componentes eletrônicos.

Na tabela 23, apresentamos a evolução de produtividade do trabalho da cadeia produtiva de eletrodomésticos.

TABELA 23
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de eletrodomésticos (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-0,29	0,71	-0,51	-0,12	**-0,10**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Como se vê na tabela 23, o único período com produtividade do trabalho ascendente foi o segundo. Entretanto, apesar de cadente, a evolução de produtividade nos outros períodos foi muito pequena, representando, na prática, uma manutenção da produtividade do trabalho nessa cadeia produtiva.

4.5.6 Cadeia produtiva de aparelhos e material eletrônico

Essa cadeia produtiva é composta, em ordem decrescente de importância, pelos seguintes setores: i) aparelhos e material eletrônico; ii) material elétrico; iii) borracha e plástico; iv) produtos de metal; v) máquinas e equipamentos; vi) aço e derivados; e vii) metais não ferrosos. O primeiro setor é responsável pelo processo produtivo de aparelhos e material eletrônico. O segundo, pelo fornecimento de material elétrico para os aparelhos eletrônicos. O terceiro, pelo fornecimento de estruturas e peças de borracha e plástico para o primeiro setor. O quarto fabrica peças de metal para aparelhos eletrônicos. O quinto produz equipamentos para o primeiro setor. E os dois últimos fornecem aço e não ferrosos para a estrutura dos aparelhos eletrônicos.

Na tabela 24, temos a evolução de produtividade do trabalho da cadeia produtiva de aparelhos e material eletrônico.

TABELA 24
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de aparelhos e material eletrônico (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,90	1,05	1,13	0,12	**0,20**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Ressalte-se que apenas no primeiro período há uma evolução cadente de produtividade do trabalho nessa cadeia produtiva. Entretanto, a evolução ascendente sofreu um impacto arrefecedor importante no último período. Assim, no período de 2000 a 2019 como um todo, essa cadeia produtiva, na prática, manteve na média constante sua produtividade do trabalho.

4.5.7 Cadeia produtiva de veículos automotores

Essa cadeia produtiva se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) veículos automotores; ii) peças para veículos; iii) borracha e plástico; iv) aço e derivados; v) produtos de metal; vi) máquinas e equipamentos; e vii) metais não ferrosos. O primeiro setor se constitui no processo produtivo em si de veículos automotores. O segundo é formado de fornecedoras sistemistas do primeiro setor. O terceiro abastece de borracha e plásticos a produção de veículos. O quarto fornece principalmente aço plano para veículos. O quinto produz peças não incluídas no segundo setor. O sexto fabrica motores para veículos e realiza a manutenção de máquinas instaladas principalmente no primeiro setor. O último fornece metais não ferrosos para o primeiro setor.

Na tabela 25, apresentamos a evolução de produtividade do trabalho da cadeia produtiva de veículos automotores.

TABELA 25
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de veículos automotores (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-0,85	1,11	-0,54	-0,75	**-0,32**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

De acordo com a tabela 25, apenas o segundo período teve evolução ascendente de produtividade do trabalho. Entretanto, no período de 2000 a 2019 como um todo, há na prática uma manutenção de produtividade do trabalho na cadeia produtiva de veículos automotores.

4.5.8 Cadeia produtiva de peças para veículos automotores

A cadeia produtiva de peças para veículos automotores se constitui, em ordem decrescente de importância, dos seguintes setores: i) peças para veículos; ii) aço e derivados; iii) metais não ferrosos; iv) borracha e plástico; e v) produtos de metal. O primeiro setor é o processo produtivo em si dessa cadeia produtiva. O segundo e o terceiro setores fornecem metais para fabricação no primeiro setor. O quarto setor consiste no fornecimento de borracha e plástico para a fabricação de autopeças. O último setor confecciona peças de metal a serem trabalhadas no primeiro setor. A tabela 26 ilustra a evolução da produtividade do trabalho nesta cadeia produtiva.

TABELA 26
Evolução da produtividade do trabalho na cadeia produtiva de peças para veículos automotores (2000-2019)
(Em % a.a.)

Período	2000-2004	2005-2008	2009-2014	2015-2019	**2000-2019**
Variação média da produtividade	-1,99	-0,44	-1,16	-1,48	**-1,27**

Fonte: CNAB/IBGE de 2000 a 2019.

Assinalamos que em todos os períodos há produtividade do trabalho cadente na cadeia de peças para veículos automotores. No período de 2000 a 2019 como um todo, a produtividade do trabalho média também é cadente.

5 CONCLUSÃO

O Brasil teve, nos períodos 2004-2008 e 2008-2014, um crescimento econômico liderado pelo consumo (Sarti, 2015, p. 524). No período 2000-2004, haviam preponderado os ajustes depois do racionamento de energia. De 2014 a 2019, tivemos a recessão e a busca de novo padrão de crescimento.

Em todos os complexos industriais, os melhores resultados de variação de produtividade do trabalho das cadeias produtivas ocorreram no período 2004-2008, portanto antes da crise de 2008. No período 2008-2014, ainda temos, em geral, avanço positivo

de produtividade do trabalho, embora menos expressivo que no período anterior. No período 2000-2004, temos em geral retração de produtividade do trabalho, e também no período 2014-2019.

No período 2000-2019 como um todo, verificamos uma tendência de manutenção de produtividade, com resultados mais positivos do complexo agroindustrial e menos expressivos do complexo têxtil.

Esses resultados de produtividade do trabalho da IT sugerem uma dificuldade de passagem para a adoção da manufatura avançada no Brasil. Esse comportamento é compreensível, depois da recessão de 2015-2016. Assim, acreditamos que avanços mais expressivos de produtividade do trabalho ocorreriam provavelmente depois da retomada mais vigorosa do crescimento econômico e da implantação gradual da manufatura avançada.

Parece-nos que, perante o horizonte produtivo da manufatura avançada, que é muito intensiva em capital – por isso exigindo esforço de investimento muito expressivo e muito generalizado, desde infraestrutura até componentes eletrônicos, passando por regulação e outros serviços –, a IT brasileira ainda não encontrou um novo padrão de crescimento capaz de reverter o seu trajeto pouco expressivo, principalmente de 2014-2016, e de viabilizar a transformação produtiva implícita na manufatura avançada.

Este último aspecto encerra a chave para a retomada do crescimento e do avanço de produtividade do trabalho industrial. Para tanto, com o crescimento econômico, a reversão expressiva do desemprego por si apenas já representará uma forte retomada do crescimento do consumo interno. Mas, como a solução estrutural do avanço da produtividade industrial passa pela implantação paulatina da manufatura avançada, acreditamos serem decisivas: i) a geração de saldos comerciais positivos e significativos, capazes de captar poupança externa, que, além da poupança interna, viabilizariam o aumento de investimentos; e ii) a atração de IDEs – que signifiquem transferência de avanços tecnológicos estratégicos –, somada ao esforço brasileiro de avanço tecnológico.

Deve-se salientar que a emergência de cadeias globais de valor deve vir acompanhada de manutenção ou mesmo de aumento de adensamento das cadeias produtivas da IT, uma vez que esse adensamento é fundamental para a manutenção do nível de produtividade das cadeias produtivas, como salientamos na metodologia deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. A. Cumulative causation in a structural economic dynamic approach to economic growth and uneven development. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 24, 2013.

ARBIX, G. *et al*. O Brasil e a nova onda de manufatura avançada: o que aprender com Alemanha, China e Estados Unidos. **Novos Estudos Cebrap**, v. 36, n. 3, 2017.

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

_____. **O efeito na evolução da produtividade do trabalho da indústria brasileira devido a mudanças tecnológicas nas suas cadeias produtivas (1990-2009)**. Brasília: Ipea, 2015a. (Texto para Discussão, n. 2068).

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

BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. A. Pessoal ocupado e jornada de trabalho: uma releitura da evolução da produtividade do trabalho. **Revista Brasileira de Economia**, v. 62, n. 2, 2014.

CANÊDO-PINHEIRO, M.; BARBOSA FILHO, F. H. Produtividade e convergência entre estados brasileiros: exercícios de decomposição setorial. **Economia Aplicada**, v. 15, n. 3, 2011.

FEIJÓ, C. A.; CARVALHO, P. G. M. Uma interpretação sobre a evolução da produtividade industrial no Brasil nos anos noventa e a "leis" de Kaldor. **Nova Economia**, v. 12, n. 2, 2002.

FEIJÓ, C. A.; CARVALHO, P. G. M.; RODRIGUEZ, M. S. Concentração industrial e produtividade do trabalho na indústria de transformação nos anos 90: evidências empíricas. **Economia**, v. 4, n. 1, 2003.

FERRAZ, L. P. C.; GUTIERRE, L.; CABRAL, R. A indústria brasileira na era das cadeias globais de valor. *In*: BARBOSA, N. *et al*. (Ed.). **Indústria e desenvolvimento produtivo no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

FERREIRA, P. C.; GUILLÉN, O. T. C. Estrutura competitiva, produtividade industrial e liberação comercial no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**, v. 58, n. 4, 2004.

GALEANO, E.; FEIJÓ, C. A estagnação da produtividade do trabalho na indústria brasileira nos anos 1996-2007: análise nacional, regional e setorial. **Nova Economia**, v. 23, n. 1, 2013.

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.

_____. 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. 23, 2010.

HAGUENAUER, L. *et al*. **Evolução das cadeias produtivas brasileiras na década de 90**. Brasília: Ipea, 2001. (Texto para Discussão, n. 786).

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

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

ISAKSSON, A. **Determinants of total factor productivity**: a literature review. Vienna: Unido, 2007. (Staff Working Paper, n. 2).

LISBOA, M. B.; MENEZES FILHO, N. A.; SCHOR, A. The effects of trade liberalization on productivity growth in Brazil: competition or technology? **Revista Brasileira de Economia**, v. 64, n. 3, 2010.

MARCONI, N. Estrutura produtiva e desenvolvimento econômico. *In*: BARBOSA, N. *et al*. (Ed.). **Indústria e desenvolvimento produtivo no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MENDONÇA, M. A. A.; FREITAS, F. A.; SOUZA, J. M. Tecnologia da informação e produtividade na indústria brasileira. **Revista de Administração de Empresas**, v. 49, n. 1, 2009.

MORCEIRO, P. C.; GUILHOTO, J. J. M. Adensamento e esgarçamento do tecido industrial brasileiro. **Economia e Sociedade**, v. 29, n. 3, 2020.

PEROBELLI, F. S.; BASTOS, S. Q. A.; OLIVEIRA, J. C. Avaliação sistêmica do setor industrial brasileiro: 1995-2009. **Estudos Econômicos**, v. 47, n. 1, 2017.

SACOMANO, J. B. *et al*. **Indústria 4.0**: conceitos e fundamentos. São Paulo: Blucher, 2018.

SAMUELSON, P. A. **Foundations of economic analysis**. Cambridge: Harvard University Press, 1983. p. 57.

SANTOS, P. F. A.; SPOLADOR, H. F. S. Produtividade setorial e mudança estrutural no Brasil: uma análise para o período 1981 a 2013. **Revista Brasileira de Economia**, v. 72, n. 2, 2018.

SARTI, F. Padrão de crescimento e desenvolvimento industrial. *In*: BARBOSA, N. *et al*. (Ed.). **Indústria e desenvolvimento produtivo no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

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, 2018.

SILVA, I. E. M.; BEZERRA, J. F.; LIMA, R. C. Análise da relação entre importações e produtividade: evidência empírica para a indústria de transformação do Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 16, n. 1, 2012.

SOUZA, E. C.; PINTO, L. B. T. Investimento direto estrangeiro e produtividade nos setores da indústria brasileira. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 45, n. 1, 2015.

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

TESSARIN, M. S.; MORCEIRO, P. C.; GUILHOTO, J. J. M. Diversificação produtiva da manufatura brasileira. **Economia e Sociedade**, v. 30, n. 2, 2021.

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

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 Neves de Souza da Cruz
Bruna Oliveira Ranquine da Rocha
Carlos Eduardo Gonçalves de Melo
Elaine Oliveira Couto
Laize Santos de Oliveira
Luciana Bastos Dias
Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos
Vivian Barros Volotão Santos
Débora Mello Lopes (estagiária)
Deborah Baldino Marte (estagiária)
Maria Eduarda Mendes Laguardia (estagiária)

Editoração
Aline Cristine Torres da Silva Martins
Mayana Mendes de Mattos
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.

Logotipo/slogan de governo removido em observancia ao disposto no art. 40 da Lei n 9.504/1997

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ISSN 1415-4765

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO