

A produtividade e seus determinantes nos estados brasileiros: uma análise de 2010 a 2018

Productivity and its determinants in brazilian states: an analysis from 2010 to 2018

Renilson Rodrigues da Silva¹ , Bruna Ivna Martins² , Raianna Suellen da Silva Alencar³ 

Este artigo tem como objetivo identificar e analisar alguns determinantes da Produtividade Total de Fatores (PTF) entre os estados brasileiros. A análise é feita para o período de 2010 a 2018. Para esse fim, é estimada a PTF agregada aplicando o modelo de Solow. A partir da PTF, o método de Erros Padrão Corrigidos por Painel (PCSE) é usado, testando como determinantes, variáveis ligadas ao comércio exterior, infraestrutura, Governo e educação. A PTF para o Brasil teve crescimento ínfimo no período. Contudo, alguns estados se sobressaíram na eficiência, como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí e Maranhão. Neles, a produção agropecuária tem maior relevância. Quanto aos determinantes da PTF, educação é a variável de maior importância, respondendo pela maior parte das variações positivas. As rodovias afetam a PTF positivamente, mas em contrapartida, a frota de veículos, negativamente. O comércio exterior é de grande relevância, com efeitos positivos. O Governo, por sua vez, afeta a PTF negativamente, sugerindo a ineficiência dos gastos.

Palavras-chave: Produtividade Total de Fatores (PTF); produtividade estadual; determinantes da produtividade.

This article aims to identify and analyze the determinants of Total Factor Productivity (TFP) across Brazilian states during the period from 2010 to 2018. The analysis estimates aggregated TFP using the Solow model, and subsequently applies the Panel Corrected Standard Errors (PCSE) method to test variables related to foreign trade, infrastructure, government, and education as potential determinants. The findings indicate that Brazil's overall TFP experienced negligible growth during the period. However, certain states, such as Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí, and Maranhão, exhibited notable efficiency, particularly in regions where agricultural production is significant. Among the determinants, education emerged as the most critical factor, accounting for the majority of positive variations in TFP. Infrastructure, specifically highways, positively influenced TFP, while the size of the vehicle fleet had a negative impact. Foreign trade also played a significant role, with positive effects on TFP. In contrast, government expenditure negatively affected TFP, suggesting inefficiencies in spending.

Keywords: Total Factor Productivity (TFP); state productivity; determinants of productivity.

Autor correspondente:

Renilson Rodrigues da Silva

E-mail: renilsonsilva@ufsj.edu.br

Declaração de interesses: Os autores certificam que não possuem implicação comercial ou associativa que represente conflito de interesses em relação ao manuscrito.

Authors' Contributions:

1, 2, 3 Conceptualization

1, 2, 3 Data collect

1, 2, 3 Analysis

1, 2, 3 Writing and Editing

¹ Prof. Adjunto do departamento de Economia da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ).

² Discente do curso de Ciências Econômicas da UFSJ.

³ Prof. do departamento de Administração e Contabilidade do Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves (UNIPTAN).

INTRODUÇÃO

No período de 2010 a 2018, o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil apresentou fraco desempenho, crescendo apenas 5,5%. Anualmente, a taxa de crescimento foi de apenas 0,6%, mas isso não se aplica a todos os estados. O estado de Mato Grosso cresceu a uma taxa média anual de 4%, enquanto Mato Grosso do Sul e Piauí cresceram a taxas anuais de 3,2%. Nesses estados, a produção agrícola, energias renováveis e a pecuária foram os principais responsáveis por esse crescimento. No outro extremo, estão os estados de Sergipe, Espírito Santo, Amazonas e Rio de Janeiro, que apresentaram crescimento negativo de 0,8%, 0,7%, 0,4% e 0,1%, respectivamente (IBGE, 2020). Com diferenças tão acentuadas, surge a indagação de como se comportam as forças produtivas entre os estados brasileiros? O estudo da produtividade é o princípio para compreender tais diferenças, sendo esse o objetivo do presente trabalho.

Ao expurgarmos os aspectos naturais, intrínsecos às economias de cada estado, essas diferenças de crescimento podem estar associadas a diversos outros fatores, como efeitos de congestão, espaço integrado, educação, qualidade da mão de obra, infraestrutura, entre muitos outros, conforme apontam Combes et al (2012). Em conjunto, esses fatores podem afetar a produtividade, mas em que medida? Essa é mais uma pergunta que essa pesquisa visa responder. Para tanto, o ponto de partida é a obtenção da medida de produtividade.

A teoria do crescimento econômico apresenta diversos modelos para estabelecer a fonte do crescimento econômico. De um lado, as teorias neoclássicas atribuem maior importância ao crescimento da produtividade, a qual é impulsionada pela tecnologia. Os precursores dessa abordagem foram Solow (1956, 1957) e Swan (1956). De outro lado, Romer (1987), com a teoria do crescimento endógeno, atribui maior importância ao acúmulo de fatores. Embora os diferenciais de produtividade dos fatores tenham recebido muita atenção, seus determinantes permaneceram subestimados empiricamente. De fato, muitos estudos como os de Howitt (2000) e Klenow e Rodriguez-Clare (2005) destacam a importância que a produtividade exerce na melhoria das taxas de crescimento do produto. Contudo, a importância maior é dada aos papéis do capital humano e físico, sem tratar dos outros determinantes.

Na literatura do crescimento econômico são encontrados numerosos determinantes do crescimento, desde fatores puramente econômicos, sociais, institucionais e mesmo culturais. Nesse contexto, a literatura teve grandes avanços para estabelecer os determinantes da PTF. Recentemente, Kim e Loayza (2017) identificaram cinco determinantes principais, os quais são: inovação, educação, infraestrutura física, infraestrutura institucional e eficiência de mercado. Para tanto, os autores analisaram o período de 1985 a 2011, com dados de 65 países. Eles concluíram que a variabilidade na PTF entre os países é altamente sensível à infraestrutura física e menos sensível à infraestrutura institucional. Verificaram também que a educação, eficiência do mercado e a inovação têm efeitos moderados. Em um estudo semelhante entre países, Miller e

Upadhyay (2000) investigaram o impacto da política comercial, orientação externa e capital humano na PTF em 83 países (desenvolvidos e em desenvolvimento). Os autores calcularam a PTF por meio da função de produção agregada com e sem capital humano como um insumo na função de produção. Os resultados sugerem que a política comercial, a orientação comercial e o capital humano estão positivamente associados à PTF.

Nessa linha de pesquisa não são encontrados muitos trabalhos na literatura nacional. Um conjunto de abordagens diversificadas e de diferentes autores pode ser visto em De Negri e Cavalcante (2015) e De Negri e Cavalcante (2014). Nessas obras, há trabalhos que tratam da infraestrutura, capital social, comércio exterior, tecnologia, pesquisa e inovação, com análise até a década de 2000. Outros trabalhos mais recentes são o de Sasseron e Nakabashi (2018), Souza et al. (2020). Contemplando os principais determinantes da produtividade como infraestrutura, ambiente macroeconômico, saúde e ensino básico, Sasseron e Nakabashi (2018) constroem um índice e subíndices de competitividade e analisam seus impactos na PTF, aplicando-os aos dados mundiais constantes na Penn WorldTable 8.1. Analisando os determinantes da PTF no período de 2004 a 2014, Souza et al. (2020) avaliam capital humano, inovação, infraestrutura, instituições e ambiente de negócios. Constatam que a maioria das variáveis contribui para o crescimento da produtividade, mas o ambiente de negócios tem maior impacto. Os autores confirmam heterogeneidade espacial entre as regiões, com o Nordeste apresentando maior crescimento no período.

Visando contribuir com o debate acima, este trabalho tem como objetivo identificar e analisar alguns determinantes da PTF entre os estados brasileiros. A análise é feita para o período de 2010 a 2018. Com a aplicação do método de dados em painel, o estudo se divide em duas etapas. Na primeira, será calculada a PTF de forma agregada, considerando apenas os fatores de produção tradicionais, que são capital e trabalho. Na segunda parte, busca-se identificar e analisar alguns determinantes - que não são frequentemente aplicados na literatura e seus efeitos sobre a PTF. As variáveis usadas para isso são: o comércio internacional com as importações, exportações e o grau de abertura da economia; o papel do Governo na forma de despesas correntes e de capital; a infraestrutura de transporte, considerando a malha viária e a frota total de veículos do Brasil e; capital humano aumentado pelos anos de estudo.

Os resultados mostram que o setor governamental do Brasil afeta o crescimento da produtividade negativamente. Em paralelo, aumentos nos níveis educacionais tem os maiores efeitos positivos sobre a PTF. Além disso, investimentos em infraestrutura tem efeitos positivos, mas sugerindo baixa qualidade desses investimentos, pois a frota de veículo apresentou efeitos negativos. O comércio exterior beneficia o aumento da produtividade, tanto nas importações quanto nas exportações e isso também é confirmado pelo efeito positivo da abertura comercial.

As demais partes deste artigo estão organizadas da seguinte forma: a seção 2 fornece uma análise da relação entre o crescimento da produtividade e seus vários

determinantes potenciais; na seção 3 é apresentada a base de dados, a especificação do modelo; na seção 4 são apresentados e discutidos os resultados, finalizando com conclusões na seção 5.

REVISÃO DE LITERATURA TEÓRICA E EMPÍRICA

A produtividade, por definição, é a taxa na qual um país, empresa, grupo, organização etc. produz bens ou serviços. Pode ser expressa como a razão do produto por insumos usados no processo de produção, isto é, produto por unidade de insumo. Quando todos os insumos e produtos estão incluídos na medida de produtividade, essa é chamada de PTF. Assim, a produtividade é uma medida de eficiência da produção. Nesses termos, quanto mais produtos se obtiver com menos insumos possíveis, mais bens e serviços serão disponibilizados à população, com preços cada vez menores. Quanto mais acesso a bens e serviços tiver a população, tanto maior será o nível de renda, tanto melhor será a qualidade de vida (Sickles; Zelenyuk, 2019).

O conceito de Produtividade Total de Fatores (PTF) foi desenvolvido a partir dos trabalhos de Solow (1956, 1957), cuja ênfase é de que parte do crescimento da produtividade não pode ser explicada pelos insumos capital e trabalho. Essa parte residual, que poderia ser explicada pela diferente intensidade do uso do capital, foi posteriormente chamada de Produtividade Total de Fatores, ou produtividade multifatorial. Syverson (2011) ressalta que sob tais circunstâncias, a produtividade total de fatores pode explicar por que produtores com PTF mais elevadas obterão mais produtos com o mesmo conjunto de insumos em relação aos produtores com PTF mais baixa. Por isso, a PTF é apontada como uma medida adequada para as diferenças de eficiência.

Apesar de sua importância, a PTF ainda é difícil de avaliar devido à sua natureza residual, tornando-a dependente de mudanças em insumos não observáveis como a dimensão do capital ou do trabalho. Ainda, segundo Syverson (2011), tais insumos não observáveis têm levado a interpretações diferentes em relação aos seus determinantes. Por conta disso, os trabalhos que buscam identificar os determinantes têm abordagens bastante diferenciadas, embora certas categorias de insumos sejam mais comuns como infraestrutura e educação⁴.

Na literatura nacional e internacional, a aplicação da produtividade para explicar o crescimento econômico é recorrente. Contudo, o caráter residual da produtividade torna sua avaliação, bem como a identificação de todos os seus determinantes, uma tarefa impraticável. Isso ocorre seja pela indisponibilidade de dados, seja pela falta de parcimônia em um modelo empírico tão complexo, ressalta Sasseron e Nakabashi (2018). Assim, nesta pesquisa são abordados alguns determinantes ainda pouco explorados na literatura brasileira. São tratados o comércio exterior, os gastos governamentais - sem considerar os gastos com infraestrutura – rodovias, frota de veículos e o capital humano.

⁴ Nas subseções 2.1 a 2.4 são tratadas algumas dessas diferentes interpretações dos determinantes da produtividade.

O comércio internacional

A hipótese de crescimento baseado nas exportações é de que o comércio estimula a economia como um todo, na forma de *spillovers* tecnológicos e outras externalidades. A exposição aos mercados internacionais exige maior eficiência e fornece incentivos para a inovação de produto e processo. Maiores exportações contribuirão para o estoque de conhecimento e capital humano na economia, beneficiando, assim, todas as empresas. Desse modo, salienta Marin (1992), a hipótese prevê que a taxa de crescimento das exportações ocasionará ganhos de produtividade em toda a economia. Em uma meta-análise de mais de 30 artigos, Martins; Yang (2009) concluíram que o efeito de aprendizagem por exportação foi significativo para países em desenvolvimento e não para as economias desenvolvidas. Na literatura, há estudos evidenciando resultados positivos e negativos das exportações, como mostram Wu e Chiou (2021), explicando por que evidências positivas e negativas podem existir sob a teoria do aprendizado por exportação. A abertura comercial contribui para o crescimento da produtividade por meio de vários canais. Entre eles, destaca-se a difusão tecnológica de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, como o Brasil. Com efeito, essa difusão tecnológica pode ser notada pelo impacto das importações sobre a produtividade, conforme observam Kim e Lin (2009). Diversos estudos empíricos como os de Kasahara e Lapham (2013) sugerem que há ganhos substanciais na produtividade agregada e no bem-estar devido ao comércio. Além disso, devido às complementaridades de importação e exportação, políticas que inibem a importação podem ter um grande efeito adverso na exportação de bens finais.

Na literatura brasileira, não é comum encontrar trabalhos analisando os determinantes da produtividade levando em conta a importância do comércio internacional, sobretudo a hipótese do aprendizado com as exportações. No estudo de Araújo e Salerno (2015), eles testam a hipótese se existe efeito de aprendizado de exportação para as firmas industriais brasileiras, entre 2006-2008. O aprendizado de exportação foi mensurado a partir de três medidas de produtividade, que são receita líquida de vendas, número de empregados e *market share*. Os resultados indicam que a estreia no mercado internacional não altera de forma significativa a fatia de mercado interno. Os diferenciais de produtividade entre estreadores e não exportadores também não foi tão expressiva. A maior diferença foi observada na receita líquida de vendas e no número de empregados. Quanto aos efeitos que a abertura comercial e as importações causam na produtividade, não foram identificados estudos com essa abordagem.

O papel do Governo

Na vasta literatura sobre a produtividade, nota-se que os trabalhos buscam explicar o crescimento econômico e a produtividade considerando outras variáveis de grande relevância. Os bens públicos, em consonância com Barro (1990), financiados por impostos, são incorporados às análises como complementares ao capital privado. Os gastos do

Governo, seja para compra de bens públicos, ou com outras finalidades, medem o tamanho que o Governo exerce na economia. Ghali (1998) alerta para o fato que muitos estudos afirmam que os gastos do governo têm um efeito positivo no crescimento da produtividade, pois geram externalidades benéficas. O desenvolvimento de instituições jurídicas e administrativas, o desenvolvimento de infraestruturas econômicas e múltiplas intervenções para corrigir falhas de mercado, são alguns exemplos, aponta Ghali (1999). Contudo, gastos governamentais excessivamente grandes podem impedir o crescimento da produtividade. Isso ocorre devido às ineficiências do governo, à carga tributária e às distorções provocadas por intervenções nos mercados livres, conforme mostra Dar e Amirkhalkhali (2002). Portanto, não está claro se o impacto geral do tamanho do governo sobre o crescimento da produtividade é positivo ou negativo, observa Loko e Diouf (2009).

Os gastos públicos no Brasil, relacionados à produtividade, são tratados indiretamente. Gastos públicos em rodovias, melhoria da saúde, portos, aeroportos, entre outros, são fundamentais para a melhoria da produtividade, conforme discutido na literatura internacional. Contudo, o uso da variável gastos do governo e seus efeitos diretos sobre a produtividade não são facilmente identificados para o Brasil. A exceção é o estudo de Altoé et al. (2012). Os autores demonstram que os gastos públicos não têm efeitos sobre a produtividade, tanto no curto quanto no longo prazo. O período analisado é de 1970 a 2007.

A infraestrutura física

A infraestrutura física, como estradas pavimentadas, está positivamente associada à produtividade e ao crescimento econômico. Essa assertiva é confirmada em diversos trabalhos, inclusive como um dos determinantes centrais do crescimento da produtividade. Bronzini e Piselli (2009) explicam os determinantes da produtividade para a Itália considerando P&D, Capital Humano e Infraestrutura física como elementos centrais. Canning e Pedroni (2008) mostram que a infraestrutura geralmente é associada ao crescimento econômico de longo prazo, mas que há uma variação substancial em mais de 40 países. Um dos exemplos dessas diferenças é a pesquisa de Hulten (2001), o qual mostra que 25% da diferença de crescimento entre a Ásia Oriental e a África ao longo de 1970-90 é explicada pelo uso eficiente da infraestrutura. Nessa linha, Aschauer (1989) constata que infraestrutura como rodovias, aeroportos etc. foi fundamental na determinação da produtividade nos Estados Unidos durante as décadas de 1950-1980. Com efeito, Straub (2008) mostra em um estudo para 140 países, entre 1989 e 2007, que a infraestrutura tem impacto externo positivo no crescimento, por exemplo, ao permitir que as empresas invistam em máquinas mais produtivas, diminuindo os tempos de deslocamento dos trabalhadores e promovendo saúde e educação. Filip (2016) enfatiza que a infraestrutura física pode oferecer alavancagem para todas as atividades econômicas.

Utilizando a infraestrutura como determinantes da PTF, Schettini e Azzoni (2015) avaliam se os níveis de infraestrutura das mesorregiões afetam a produtividade das

indústrias no período de 2000 a 2010. Os resultados são positivos e significativos para todas as variáveis de infraestrutura consideradas (rodovias, urbanização e telefonia), embora os impactos numéricos não sejam muito expressivos. Apresentando resultados similares a Schettini e Azzoni (2015), Souza e Todeschini; et al. (2020) realizam estudo para as Unidades Federativas do Brasil, analisando o período de 2004 a 2014. Nesse estudo, os autores consideram a variável Energia como uma *proxy* para infraestrutura. Avaliando o impacto da infraestrutura na PTF da agricultura brasileira, Mendes et al. (2009) consideram as rodovias como um de seus principais componentes. O período analisado é de 1985 a 2004. Os autores constatarem efeitos significativos dos investimentos em rodovias no aumento da PTF.

O capital humano

Dimand e Spencer (2009) verificam que desde o modelo de Solow (ano), muito se discute a respeito de uma desvantagem desse modelo, que é a trajetória da PTF considerada exógena. Assim, na década de 1980, surgem os modelos de crescimento endógeno. A proposição teórica teve a incorporação da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) como motor do crescimento econômico de longo prazo, promovendo o avanço tecnológico, conforme Romer (1987). Em via complementar, Lucas (1988) argumenta que a acumulação de capital humano, por meio da educação, cria uma externalidade positiva que impulsiona a produtividade. Barro e Lee (2001) apresentam um conjunto de dados que melhora a medição do desempenho educacional para um amplo grupo de países. Nesse trabalho, os autores demonstram que mais anos de estudos implica em trabalhadores mais qualificados e produtivos, que por sua vez aumentam a produção de bens e serviços da economia. Usualmente, a qualidade do capital humano é aceita pela maioria dos autores como o mais importante determinante da PTF. Nesse sentido, consideram que o nível de escolaridade e a saúde da força de trabalho são variáveis essenciais que influenciam a produtividade. A maioria dos estudos empíricos mostram que o nível de qualidade da educação e da formação está determinando fortemente o nível de produtividade.

Nos trabalhos recentes feitos para o Brasil, Souza et al. (2020) encontram resultados positivos e significativos do capital humano em relação à PTF para o período de 2004 a 2014. Contudo, observam os autores, isso não tem grande impacto em termos de aumento do desempenho da PTF no país, pois o problema reside na baixa qualidade do ensino. Esse é um ponto que foi apontado por Barbosa Filho et al. (2010). O resultado positivo e significativo está em consonância com outros estudos como o de Jacinto (2015), cujo período de análise é de 1996 a 2010. Nesse trabalho, o autor verifica que a proporção de trabalhadores com baixa qualificação no setor industrial vem caindo no período estudado. Em contraste, a proporção de trabalhadores qualificados vem crescendo, contribuindo para o aumento da produtividade. De fato, Ellery Jr (2017) mostra que o maior dos ganhos de produtividade vem da melhora da mão de obra, via capital humano, com análise feita para o período de 1990 a 2010. Complementarmente, Bondezan e Dias (2016) constatarem que,

pelo menos no período de 2001 a 2008, a taxa de crescimento do capital humano é positiva e significativa. Verificam ainda que o capital humano tem maiores efeitos sobre o crescimento que o capital físico. De outro lado, a pesquisa feita por Barbosa Filho et al. (2010), para o período de 1992 a 2007, mostra que o capital humano ficou estacionário nesse período, embora tenha havido aumento da escolaridade média. Segundo os autores, o resultado seria melhor se houvesse mais qualidade no ensino.

DADOS E MODELAGEM

Nessa seção são apresentadas as fontes das informações, a forma de como os dados foram tratados e a metodologia aplicada nos cálculos da PTF e na análise econométrica.

Descrição das variáveis e fontes dos dados

Essa pesquisa analisa os determinantes da produtividade no período de 2010 a 2018, para as 27 Unidades Federativas do Brasil. Diante disso, o método econométrico de análise foi o de dados em painel, com 243 observações. A razão da escolha desse período de análise reside no fato de que, embora haja uma vasta literatura sobre o tema no Brasil, nos últimos anos essa frequência é quase nula. Adicionalmente, esse é um período que contempla tanto crescimento econômico quanto crise econômica.

As variáveis utilizadas podem ser agrupadas em três categorias: comércio internacional, infraestrutura e participação do Governo. O comércio internacional engloba as exportações, importações e o grau de abertura comercial dos estados. A participação do Governo é composta pelas despesas correntes e de capital, bem como os resultados advindos da educação que também sofrem grande impacto por meio de políticas governamentais. A infraestrutura compreende a malha rodoviária estadual e a frota de veículos.

A participação do Governo corresponde à soma das despesas correntes e de capital. Conforme a Lei nº 4320/1964, as despesas correntes incluem o consumo de recursos para manutenção e funcionamento dos serviços públicos, bem como para atender obras de conservação e adaptação de bens imóveis. Já as despesas de capital são compostas pelos investimentos, inversões financeiras e transferências de capital¹. Dessa forma, os gastos do Governo têm importante papel no acréscimo ao Produto Interno Bruto, conseqüentemente, deve contribuir para o aumento da produtividade.

Conforme apresentado na Tabela 1, os dados referentes aos anos médios de estudos foram coletados a partir da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A malha rodoviária e a frota de veículos foram obtidas por meio do Anuário Estatístico da Confederação Nacional de Transporte (CNT). As Despesas Correntes somadas às Despesas de Capital foram

coletadas a partir da base de dado do IPEADATA. As exportações e as importações, em dólar, foram coletadas no portal Comex Stat do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC).

Tabela 1- Variáveis explicativas utilizadas no modelo de regressão

Variável	Descrição	Influência esperada	Fonte
Exportações	Exportações estaduais	+	MDIC
Importações	Importações estaduais	+	MDIC
Abertura comercial	Soma das Importações e exportações sobre o PIB	+	
Governo	Soma das despesas correntes e de capital	+/-	IPEADATA
Malha viária	Malha rodoviária total das Unidades da Federação	+	CNT
Frota	Total de veículos nos estados	+	CNT
Capital humano	Anos de estudos da população acima de 15 anos de idade.	+	IBGE

Fonte: os autores

Para o cálculo da PTF, foram usadas as variáveis estoque de capital ou Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF), coletadas do IBGE, deflacionada pelo deflator implícito do PIB². Como fator trabalho, aplicou-se a série da População Economicamente Ativa (PEA) obtida a partir do IBGE tal como o Produto Interno Bruto. Para normalizar a série de dados, todas as variáveis foram logaritimizadas. Além disso, o uso do logaritmo permite que os valores de seus respectivos coeficientes das regressões expressem diretamente as elasticidades.

Modelo de cálculo da Produtividade Total de Fatores (PTF)

Existem diversas formas de cálculo da PTF, como mostra Messa (2014). Uma das maneiras comumente empregadas é aquela considerando o modelo da contabilidade de crescimento de Solow. O modelo parte de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, linearmente homogênea de dois fatores SOLOW (1957).

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\alpha} L_{it}^{1-\alpha} \quad (1)$$

em que Y é o Produto Interno Bruto (PIB) do estado i no ano t ; A é a PTF, a qual captura variações na produção não explicadas por mudanças nos insumos observáveis, ou seja, a PTF é um resíduo de nível de eficiência neutro de Hicks³ de cada estado; o estoque de capital é representado por K ; enquanto L é a força de trabalho medida a partir da

População Economicamente Ativa (PEA); α é um expoente positivo, representando a participação do capital na produção. O complemento da participação do capital dá a participação do trabalho na produção.

A série que irá compor o estoque de capital é construída pela acumulação da série de investimento disponível nas contas nacionais. O método da construção da série é o de inventário perpétuo, descrito pela seguinte equação:

$$K_{t+1} = I_t + (1 - \delta)K_t \quad (2)$$

sendo K o estoque de capital agregado, I é o investimento e δ é a taxa de depreciação do capital. Essa equação diz que o estoque de capital no ano $t+1$ é igual à soma do investimento do ano anterior com o capital restante depois de deduzida a depreciação, a qual é de 3,5% como em Ellery Jr (2017).

Enquanto Y_{it} , K_{it} , L_{it} da equação (1) são variáveis observadas e coletadas facilmente em termos de valores, A_{it} não é. Uma abordagem é estimar as elasticidades a estimando a função de produção. Para tanto, extrai-se os logaritmos da equação (1) e estima-se a função de produção, cujo resultado para a PTF é simplesmente a soma da constante e do resíduo. A equação estimada é:

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_k \ln K_{it} + \alpha_l \ln L_{it} + \omega_{it} \quad (3)$$

Assim, a estimação da produtividade é

$$PTF = \alpha_0 + \omega_{it} \quad (4)$$

Nessa formulação, o primeiro termo é comum entre as unidades de produção da amostra. O segundo termo é idiossincrático a um estado em específico, isto é, um componente independente e identicamente distribuído, representando desvios inesperados da média devido a erros de medição, *lags* inesperados, ou outras circunstâncias externas.

Os valores de K para cada estado foram calculados levando-se em conta a proporção do PIB de cada UF (i) em relação ao PIB nacional (n). Assim, o estoque de capital físico de cada estado é como segue:

$$FBC_{i,t} = \frac{PIB_{i,t}}{PIB_{n,t}} FBC_n \quad (5)$$

Estimada a PTF com base no modelo de crescimento de Solow - equações (3) e (4) - a questão que emerge é identificar os outros determinantes da PTF. No modelo de Solow, a parcela do crescimento da produção que não pode ser atribuída ao capital e trabalho, é chamada de resíduo de Solow, ou comumente descrito como a Produtividade Total do Fator (PTF). Essa medida é afetada por uma grande variedade de fatores tecnológicos, econômicos e culturais Hulten (2001). Isso posto, aplicam-se variáveis que auxiliam na determinação dos fatores da produtividade. Como há indisponibilidade de muitas informações no nível estadual, o modelo aplicado nessa pesquisa se restringe aos dados de infraestrutura, educação, comércio exterior e os gastos do governo.

Modelo empírico dos determinantes da produtividade

Para esta análise, foi utilizada uma amostra de conjunto de dados de painel balanceado de 27 Unidades Federativas (UF), abrangendo o período de 2010 a 2018. Modelou-se o crescimento da PTF como uma função de vários determinantes, incluindo a infraestrutura de transporte, o nível educacional, gastos do Governo e o comércio internacional. O objetivo é captar fatores de política econômica, fatores de capital humano e fatores do sistema de transporte. A equação de regressão é a seguinte:

$$ptf_{it} = \alpha + \beta_1 exp_{it} + \beta_2 imp_{it} + \beta_3 abt_{it} + \beta_4 gov_{it} + \beta_5 rod_{it} + \beta_6 frt_{it} + \beta_7 hum_{it} + e_{it} \quad (6)$$

em que *ptf* é a Produtividade Total de Fatores do estado *i* no ano *t*; *b* são os coeficientes das variáveis independentes; *exp*, exportações; *imp*, importações; *abt* é o grau de abertura comercial da economia; *gov* representa o tamanho do governo na forma de gastos; *rod* é o total de rodovias em quilômetros; *frot* é o número total de veículos e; *hum* é o estoque de capital humano; *e*, o termo de erro comum.

Seguindo Hall e Jones (1996) e Caselli (2005) $h_{it} = e^{\phi(E_{i,t})}L$, sendo que $f(E)$ reflete a eficiência do trabalhador (*L*) com (*E*) anos de estudos. As estimativas consideradas são de que $\phi(E_{i,t}) = 0,13$ se $E_{i,t} \leq 4$ anos de estudo; $\phi(E_{i,t}) = 0,1$ se $4 < E \leq 8$ anos de estudo; $\phi(E_{i,t}) = 0,07$ se $E_{i,t} > 8$.

O conjunto de dados dessa pesquisa tem uma amostra de período considerada curta, com 27 painéis (*N*) e 9 períodos (*T*). Sendo $N > T$, o método adequado é o de Erros Padrão Corrigidos por Painel, ou simplesmente PCSE Blackwell (2005). Este é um método alternativo ao método dos Mínimos Quadrados Generalizados (GLS). O método GLS foi projetado para lidar com alguns problemas comuns que ocorrem em dados temporais de seção transversal, mas de acordo com Beck e Katz (1995) o GLS produz resultados imprecisos de erro padrão.

O método GLS apresenta boas propriedades para Dados Transversais de Séries de Tempo (Time-Series Cross-Sectional Data - TSCS). Entretanto, GLS assume que temos conhecimento sobre o processo de erro que, na prática, não temos. Diante disso, as análises geralmente são realizadas usando os Mínimos Quadrados Generalizados Factíveis (FGLS). O termo “factível” é decorrente do uso de uma estimativa do processo de erro, evitando a suposição do GLS de que esse processo seja conhecido Beck e Katz (1995). De todo modo, o método FGLS assume que o processo é conhecido, mas não estimado. Contudo, como nos modelos TSCS o processo de erro possui muitos parâmetros, essa estimativa faz com que os erros padrão subestimem a verdadeira variabilidade dos coeficientes estimados.

Pelo exposto, a solução proposta para superar tais distúrbios é o método PCSE. Assim, primeiramente estimamos o modelo de (6) aplicando o método de regressão de dados em painel com efeitos fixos e efeitos aleatórios. Em seguida, testamos a hipótese de

independência transversal em modelos de dados de painéis com pequeno T e grande N. Com tal objetivo, aplicamos os testes semiparamétricos propostos por Frees (1995); Friedman (1937) e paramétrico proposto por Pesaran (2021). Constatados os distúrbios, aplicamos o método de regressão linear com erros padrão corrigidos por painel (PCSE). Por esse método, os parâmetros são estimados pela regressão de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) ou Prais-Winsten. Uma vez computados os erros padrão e as estimativas de variância-covariância, os distúrbios são, por padrão, considerados heteroscedásticos e contemporaneamente correlacionados entre os painéis (STACORP, 2017, 362).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para estimar a PTF dos estados brasileiros, o valor do parâmetro a não diferiu muito dos valores já observados na literatura nacional, ficando próximo de 0,6 para a participação da mão de obra e 0,4 para a participação do capital. Nesta pesquisa, o valor de a encontrado foi de 0,43 para capital e 0,57 para mão de obra.

Estatística descritiva

O crescimento da produtividade entre os estados brasileiros foi muito baixo, ou quase nulo e até mesmo negativo. Na realidade, esse é um resultado que se repete na literatura brasileira, mostrando que a produtividade no Brasil pouco evolui ao longo do tempo. Os resultados encontrados nesta pesquisa estão em linha com trabalhos mais recentes, como o de Souza et al. (2020) e Souza et al. (2020). Como pode ser visto na Tabela 2 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, no período de 2010 a 2018 a produtividade apresentou maior crescimento nos estados da região Nordeste, que na média, cresceu cerca de 0,88%.

Tabela 2- Estatística descritiva da taxa de crescimento da PTF nas regiões brasileiras

Indicador	Regiões				
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Crescimento médio 2010 a 2018	0.40%	0.88%	0.31%	0.54%	0.42%
Maior taxa anual da UF	0.09%	0.16%	0.05%	0.07%	0.08%
Menor taxa anual da UF	-0.02%	0.05%	0.02%	0.04%	0.02%
Desvio padrão	0.042%	0.043%	0.014%	0.015%	0.026%

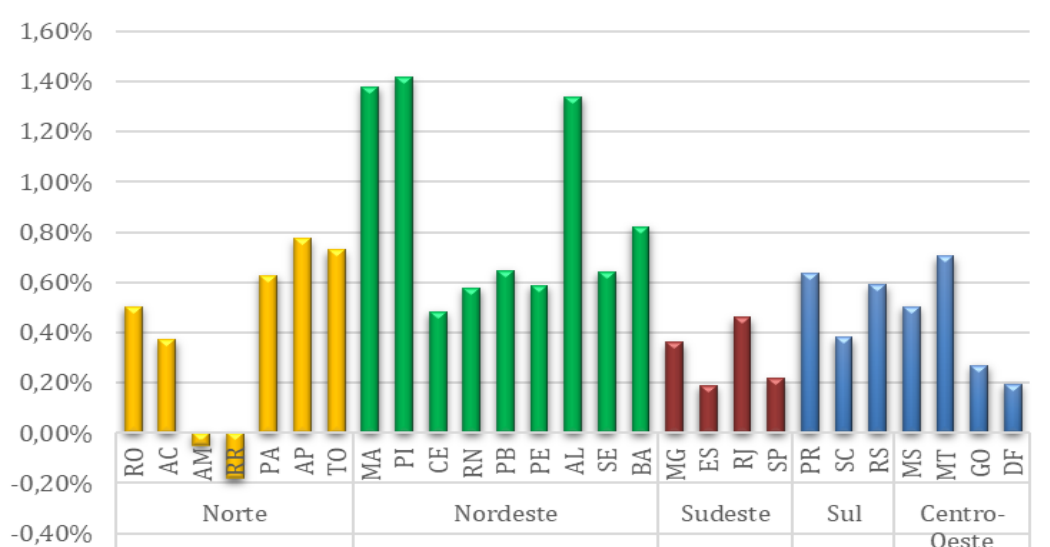
Fonte: os autores

Os estados do Maranhão, Piauí e Alagoas foram os que apresentaram melhor desempenho, com crescimento acumulado próximo de 1,5% no período analisado. A

segunda região com melhor desempenho foi a Sul, com crescimento médio de 0,54%. As regiões Norte e Centro-Oeste apresentaram crescimento de 0,4% e 0,42%, respectivamente, e a região Sudeste, 0,31%.

Nota-se, dessa forma, que o crescimento da PTF ficou praticamente estável em todo o país. Quando tomados isoladamente e com as taxas de crescimentos anualizadas, os resultados mostram uma situação relativamente crítica. O estado do Piauí, que apresentou o melhor resultado entre as 27 Unidades Federativas, fica com crescimento anual de apenas 0,16%. O pior resultado fica para o estado de Roraima, com crescimento anual negativo em 0,02%. No período em análise, o PIB brasileiro cresceu 5,52% em termos reais, ou 0,6% anualmente. O fraco desempenho acumulado do PIB tem os anos de 2014, 2015 e 2016 como os principais responsáveis. No ano de 2014, o PIB cresceu apenas 0,5%. Situação ainda pior nos anos de 2015 e 2016, cujo crescimento real foi negativo, com taxas de -3,5% e -3,3%, respectivamente. Como a PTF é uma medida de eficiência, em que se produz mais com menos, os resultados acima mostram, sumariamente, que o Brasil não tem evoluído de forma expressiva. Por isso, identificar e analisar os determinantes da produtividade pode ser muito útil para as políticas econômicas.

Figura 1- Crescimento acumulado da PTF entre os estados, de 2010 a 2018



Fonte: os autores.

Modelo empírico

Na Tabela 3, é apresentada a matriz de correlação das variáveis utilizadas no modelo empírico. A matriz de correlação fornece informações para detectar qualquer multicolinearidade entre as variáveis. De acordo com os resultados apresentados, os coeficientes de correlação para cada par de variáveis são menores que 1. Além disso, o

teste de Fator de Variância Inflacionária não forneceu evidências de colinearidade entre as variáveis.

Tabela 3- Matriz de correlação

	PTF	Exportação	Importação	Abertura	Governo	Rodovias	Frota	Cap. humano
PTF	1							
Exportação	0.275	1						
Importação	0.378	0.859	1					
Abertura	0.148	0.878	0.803	1				
Governo	-0.494	0.425	0.227	0.409	1			
Rodovias	-0.173	0.744	0.617	0.599	0.674	1		
Frota	0.408	0.798	0.836	0.563	0.232	0.692	1	
Cap Humano	0.695	0.244	0.228	0.188	-0.263	-0.043	0.370	1

Fonte: os autores

O primeiro modelo de regressão aplicado foi o de efeitos aleatórios, em que se assume que um componente aleatório captura ruído puro. Conforme Tabela 4, todas as variáveis mostraram-se significativas para explicar a produtividade dos estados brasileiros. Contudo, uma suposição implícita na estimativa é de que as unidades transversais (os estados) são independentes, conforme BALTAGI (2008). Assim, foi realizado o teste de Pesaran (2021) para a hipótese nula de independência transversal.

O valor do teste de Pesaran de 5,89, altamente significativo, permitiu rejeitar a hipótese nula, sugerindo que os dados não são independentes. Para dar mais robustez a esse resultado, foram aplicados os testes de Frees (1995) e Friedman (1937). Então, conforme esperado, os resultados dos testes de Frees e Friedman, com alta significância estatística, corroboraram com a rejeição da hipótese nula de independência transversal. Uma vez que $T \leq 30$, o teste de Frees fornece os valores críticos para $\alpha = 0,10$, $\alpha = 0,05$ e $\alpha = 0,01$ da distribuição Q. A estatística de Frees é maior que o valor crítico com pelo menos $\alpha = 0,01$.

Os mesmos procedimentos acima foram aplicados para o modelo de efeitos fixos. Os resultados são mostrados na Tabela 4. Apenas as variáveis relacionadas à infraestrutura de transporte não se mostraram significativas entre os determinantes da produtividade. Tal como nos testes de independência realizados para efeitos aleatórios, o modelo de efeitos fixos mostrou forte dependência dos erros, permitindo a rejeição da hipótese nula de independência. De Hoyos e Sarafidis (2006) ressaltam que os testes de dependência transversal têm a desvantagem de somar correlações positivas e negativas. Isso pode conduzir a falhas na rejeição da hipótese nula, mesmo que haja muita dependência nos erros. Adicionando a correlação absoluta média dos resíduos nos testes, essa eventual falha pode ser evitada. A correlação absoluta média obtida nos modelos de

efeitos aleatórios e fixos foram superiores a 0,55, os quais são valores elevados. Portanto, há evidências suficientes sugerindo a presença de dependência transversal no modelo da equação (6).

Conforme exposto na seção 0, constatados os distúrbios que, por padrão, são a heteroscedasticidade e erros contemporaneamente correlacionados, aplica-se o método de regressão linear com Erros Padrão Corrigidos por Painel (PCSE). Por esse método, os parâmetros são estimados pela regressão de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS). Na Tabela 4 pode ser visto que o método PCSE mostrou bons resultados, com todas as variáveis estatisticamente significativas e com sinais esperados.

Tabela 4 - Resultados da regressão linear

Variável dependente: PTF			
Número de observações: 243			
Número de grupos: 27			
Variáveis independentes	Efeitos Aleatórios	Efeitos Fixos	PCSE
Exportações	0.075889 (0.0178)**	0.0716586 (0.002)***	0.0728199 (0.0)***
Importações	0.0557853 (0.0139)**	0.0470802 (0.017)**	0.058006 (0.0)***
Abertura	0.0920251 (0.0281)**	0.0701465 (0.051)*	0.094444 0.005***
Governo	-0.0216166 (0.0076)***	0.1266409 (0.017)**	-0.0236117 (0.0)***
Rodovias	0.116355 (0.0338)**	0.0624563 (0.441)	0.1224867 (0.0)***
Frota	-0.0297569 (0.0166)**	0.0265845 (0.12)	-0.0316264 (0.08)*
Cap Humano	0.534437 (0.0768)*	0.37312 (0)***	0.478752 (0.0)***
_cons	4.308736	-0.2763549	4.530635
R ²			0.9096
Within	0.0226	0.0439	n/a
Between	0.455	0	n/a
Overall	0.4327	0	n/a

Erro padrão entre parênteses; *significativo a 10%; **significativo a 5%; ***significativo a 1%.

O comércio internacional tem efeitos positivos sobre a produtividade. Na medida em que as relações comerciais internacionais se intensificam, a produtividade se eleva. Para

cada aumento de 1% na abertura econômica - a qual corresponde à proporção da soma de todas as importações e exportações em relação ao PIB - há uma elevação da produtividade em 9,4%. A abertura econômica contribui para o crescimento da produtividade por meio de vários canais.

Entre eles, destaca-se a difusão tecnológica de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, como o Brasil. Com efeito, essa difusão tecnológica pode ser notada pelo impacto das importações sobre a produtividade, conforme observam Kim e Lin (2009). Para cada 1% de aumento nas importações, a produtividade sofre uma melhoria de 5,8%. Em linha com a literatura, as exportações também têm efeitos positivos sobre a produtividade. Convencionalmente, acredita-se que as exportações aumentam a produtividade conforme hipótese de aprender fazendo (*learning by doing*) e/ou exportando. Os resultados acima sugerem a confirmação dessa hipótese, pois a produtividade aumenta 7,3% para cada elevação de 1% nas exportações. Em países em desenvolvimento, esse é um resultado esperado, afirmam Martins; Yang (2009). Apesar disso, Araújo e Salerno (2015) não encontraram resultados significativos para o Brasil no período de 2006 a 2008.

O tamanho do governo, representado pelo seu consumo, tem um impacto negativo e estatisticamente significativo na PTF. O efeito estimado indica que a PTF diminui 2,3% por incremento de 1% no consumo do Governo. Esse resultado está de acordo com o papel do Governo apontado na literatura por Barro (1990 e Dar; AmirKhalkhali (2002). Esses autores mostram que grandes gastos governamentais podem impedir o crescimento da produtividade. Isso ocorre devido às ineficiências do governo, à carga tributária e às distorções provocadas por intervenções nos mercados livres. A literatura está dividida sobre este assunto. Por um lado, vários estudos descobriram que a longo prazo, o crescimento da PTF é prejudicado por esses gastos. Por outro lado, uma linha de pesquisa destaca o impacto positivo do consumo do Governo sobre a PTF. No Brasil, a literatura identificada trata os gastos do governo como intrínsecos nos gastos de infraestrutura, saúde, educação etc., como em Giambiagi et al. (2013), Schettini e Azzoni (2015), Jacinto (2015), Sasseron e Nakabashi (2018), Souza et al. (2020). A exceção é o trabalho de Altoé et al. (2012), demonstrando que os gastos públicos não têm efeitos sobre a produtividade, tanto no curto quanto no longo prazo. O período analisado é de 1970 a 2007. Como já apresentado na presente pesquisa, os resultados encontrados de 2010 a 2018 mostram o contrário, ressaltando que foram subtraídos dos valores totais dos gastos, os valores da infraestrutura.

Entre as variáveis observadas nessa pesquisa, a que produz maior efeito na produtividade é o estoque de capital humano. Para cada ano adicional de estudos, a produtividade chega a subir 47,8%. Esse é um resultado que converge com todos aqueles já relatados na literatura nacional e internacional. O aumento do capital humano, conforme abordado por Ellery Jr (2017), explica a maior parte do aumento da produtividade do trabalho. A acumulação de capital humano por meio da educação, argumenta Lucas (1988) cria externalidade positiva que impulsiona a produtividade que, por sua vez, explica o crescimento econômico de longo prazo.

A melhoria da infraestrutura de transporte pode ter efeitos diretos e indiretos sobre a produtividade. Diretamente, maiores investimentos na pavimentação de rodovias facilitam o escoamento da produção, proporcionando melhoria na produtividade em 12,2% para cada quilômetro pavimentado. Esse resultado converge com aqueles encontrados por Mendes et al. (2009), que obtiveram 0,72% na mesma relação para o Brasil no período de 1985 a 2004. De outro lado, como efeito indireto, mais vias pavimentadas implica em uma maior frota de veículos, sobretudo nas grandes cidades. Com maior frota de veículos, espera-se que isso gere efeitos positivos. Entretanto, se as vias fossem de fácil circulação, uma frota maior significaria maior agilidade no escoamento da produção e menor tempo de deslocamento do trabalhador, como mostra Fernald (1999). O contrário é verdadeiro, como sugere o resultado desta pesquisa. O aumento de 1% na frota de veículos causa uma redução de 3,2% na produtividade. Isso sugere que as rodovias não são dotadas de qualidade necessária para suportar o aumento da frota de veículos. Essa perda pode ser ocasionada pelo tempo de deslocamento casa-trabalho, ou mesmo o deslocamento da produção por vias que não permitem o bom tráfego.

CONCLUSÃO

O presente estudo identificou e investigou alguns determinantes da produtividade total de fatores e os efeitos que eles causam. O período analisado foi de 2010 a 2018, compreendendo as 27 Unidades Federativas do Brasil.

No período analisado, a PTF mostrou relativa heterogeneidade entre as UF's e entre as regiões. Os estados que apresentaram melhor desempenho são aqueles cuja produção agropecuária é mais intensa, especialmente Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí e Maranhão. Na média, a região Nordeste foi a que apresentou o melhor resultado, tendo os estados do Piauí, Maranhão e Alagoas como os principais responsáveis. A região mais industrializada do país, a Sudeste, apresentou o pior desempenho, com crescimento quase nulo da PTF. Isso mostra que a produtividade no nível da indústria não evoluiu nos últimos anos.

Os resultados do modelo de regressão em painel confirmaram a presença de relação entre a PTF e seus determinantes. O comércio exterior e o nível educacional têm efeitos positivos, mas o papel do Governo é negativo na determinação da PTF. Resultado negativo também foi observado na frota de veículos, embora a malha rodoviária tenha efeitos positivos. Todos esses resultados mostraram-se estatisticamente significativos.

Tais resultados têm algumas implicações políticas para identificar e compreender o que realmente impulsiona a PTF. Para acelerar a PTF, o governo e os formuladores de políticas precisam melhorar a infraestrutura de transporte, especialmente na duplicação de rodovias. Com o aumento do tráfego de veículos, a agilidade no escoamento da produção fica comprometida. Entretanto, o que mais precisa ser melhorado é a qualidade dos gastos governamentais. A influência negativa sugere ineficiência, indicando que mudanças

tributárias com elevações de tributos seja algo que deva ocorrer. Adicionalmente, a má qualidade dos gastos implica em saúde ruim para o trabalhador, queda na qualidade de vida. Esses são elementos que fazem parte daqueles que impulsionam indiretamente a produtividade.

Além disso, os formuladores de políticas precisam elaborar e implementar políticas para aumentar a integração econômica na economia global, a fim de se beneficiar dos fluxos de investimento estrangeiro, que trazem novas tecnologias. Para ter um crescimento sustentável, os formuladores de políticas também devem se concentrar nas exportações de maior valor agregado. Diante de tais fatos, uma área para pesquisas futuras da PTF é identificar os efeitos desses determinantes em grandes aglomerações urbanas, pois são nelas que estão concentradas as maiores forças produtivas. Por fim, dada a ineficiência dos gastos públicos sobre a qualidade de vida e produtividade, novas pesquisas com essa temática podem auxiliar na implementação de políticas públicas que visem o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS

- ALTOÉ, L. B.; CARLOS, A.; TEIXEIRA, C. Produtividade Total dos Fatores e gastos públicos per capita no Brasil: um estudo empírico de 1970 a 2007. XXXVI Encontro da ANPAD. **Anais**, 2012. Rio de Janeiro.
- ARAÚJO, B. C.; SALERNO, M. S. Padrões tecnológicos e aprendizado de exportação: o caso das firmas industriais brasileiras, 2006-2008. In: F. de Negri; L. Ricardo Cavalcante (Eds.); **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes Vol 2**. p.119–149, 2015. IPEA.
- ASCHAUER, D. A. Is public expenditure productive? **Journal of Monetary Economics**, v. 23, n. 2, p. 177–200, 1989. North-Holland.
- BALTAGI, BADI. *Econometric analysis of panel data*, 2008.
- BARBOSA FILHO, F. DE H.; PESSÔAZ, S. DE A.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano - 1992-2007. **Revista Brasileira de Economia**, v. 64, n. 2, p. 91–113, 2010. Fundação Getúlio Vargas.
- BARRO, R. J. Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, Part 2, p. S103–S125, 1990. University of Chicago Press.
- BARRO, R. J.; LEE, J.-W. International data on educational attainment: updates and implications. **Oxford Economic Papers**, v. 3, p. 541 – 563, 2001.
- BECK, N.; KATZ, J. N. What to do (and not to do) with Time-Series Cross-Section Data. **The American Political Science Review**, v. 89, n. 3, p. 634–647, 1995.
- BLACKWELL, J. L. Estimation and testing of fixed-effect panel-data systems. **The Stata Journal**, , n. 2, p. 202–207, 2005.

BONDEZAN, K. DE L.; DIAS, J. Capital Humano estoque. **Revista de Economia**, v. 42, n. 3, 2016.

BRONZINI, R.; PISELLI, P. Determinants of long-run regional productivity with geographical spillovers: The role of R&D, human capital and public infrastructure. **Regional Science and Urban Economics**, v. 39, n. 2, p. 187–199, 2009. North-Holland.

CANNING, D.; PEDRONI, P. Infrastructure, long-run economic growth and causality tests for cointegrated panels. **Manchester School**, v. 76, n. 5, p. 504–527, 2008. John Wiley & Sons, Ltd.

CASELLI, F. Accounting for cross-country income differences. In: P. Aghion; S. N. Durlauf (Eds.); **Handbook of Economic Growth**. V.1 ed., p.679–741, 2005.

CNT-Confederação Nacional de Transportes. **Anuário CNT do Transporte**. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2022/>. Acesso em: 14/02/2023.

DAR, A. A.; AMIRKHALKHALI, S. Government size, factor accumulation, and economic growth: Evidence from OECD countries. **Journal of Policy Modeling**, v. 24, n. 7–8, p. 679–692, 2002. North-Holland.

DE HOYOS, R. E.; SARAFIDIS, V. **Testing for cross-sectional dependence in panel-data models**. 2006.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Vol 1 ed. Brasília: ABDI, 2014.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil: Desempenho e Determinantes Volume 2 - Determinantes**. 2015.

DIMAND, R. W.; SPENCER, B. J. Trevor Swan and the neoclassical growth model. **History of Political Economy**, v. 41, n. SUPPL.1, p. 107–126, 2009. Duke University Press.

ELLERY JR, R. Produtividade Total dos Fatores no Brasil no Período Pós-Reformas. **Economia Aplicada**, v. 21, n. 4, p. 617–633, 2017.

FERNALD, J. G. Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity. **American Economic Review**, v. 89, n. 3, p. 619–638, 1999. American Economic Association.

FILIP, B. F. Total Factor Productivity determinants in developed European countries. **Journal of Public Administration, Finance and Law**, v. 5, n. 10, p. 123–131, 2016.

FREES, E. W. Assessing cross-sectional correlation in panel data. **Journal of Econometrics**. **Journal of Econometrics**, n. 69, p. 39414, 1995.

FRIEDMAN, M. 1937. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. **Journal of the American Statistical Association**, v. 32, p. 675–701, 1937.

GHALI, K. H. Government size and economic growth: Evidence from a multivariate cointegration analysis. **Applied Economics**, v. 31, n. 8, p. 975–987, 1998. Routledge Journals.

GIAMBIAGI, F.; VELOSO, F.; FERREIRA, P. C.; PESSOA, S. **Desenvolvimento Econômico. Uma Perspectiva Brasileira**. Elsevier, 2013.

HALL, R.; JONES, C. **The Productivity of Nations**. Cambridge, MA, 1996.

HOWITT, P. Endogenous growth and cross-country income differences. **American Economic Review**, v. 90, n. 4, p. 829–846, 2000. American Economic Association.

HULTEN, C. R. Total Factor Productivity: A Short Biography. In: C. R. Hulten; E. R. Dean; M. J. Harper (Eds.); **New Developments in Productivity Analysis**, 2001. University of Chicago Press.

IBGE, SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produto Interno Bruto dos Municípios, 2020**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>. Acesso em: 14/02/2023;

IBGE, PNAD. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 14/02/2023.

IPEADATA. Disponível em: <http://ipeadata.gov.br/Default.aspx>. Acesso em: 14/02/2023.

JACINTO, P. DE A. Produtividade nas empresas: uma análise a partir da escolaridade e da dispersão da produtividade. In: F. de Negri; L. R. Cavalcante (Eds.); **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes vol. 2**. p.255–276, 2015. IPEA.

KASAHARA, H.; LAPHAM, B. Productivity and the decision to import and export: Theory and evidence. **Journal of International Economics**, v. 89, n. 2, p. 297–316, 2013. North-Holland.

KIM, D.-H.; LIN, S.-C. Trade and Growth at Different Stages of Economic Development. **Journal of Development Studies**, v. 45, n. 8, p. 1211–1224, 2009.

KIM, Y. E.; LOAYZA, N. **Productivity and its Determinants: Innovation, Education, Efficiency, Infrastructure, and Institutions**. 2017.

KLENOW, P. J.; RODRIGUEZ-CLARE, A. Externalities and growth. In: P. Aghion; D. Steven N (Eds.); **Handbook of Economic Growth 1**. p.817–861, 2005. North-Holland.

LOKO, B.; DIOUF, M. A. **Revisiting the Determinants of Productivity Growth: What's New?** 2009.

LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, v. 22, p. 3–42, 1988.

MARIN, D. **Is the Export-Led Growth Hypothesis Valid for Industrialized Countries?** 1992.

MARTINS, P. S.; YANG, Y. The impact of exporting on firm productivity: A meta-analysis of the learning-by-exporting hypothesis. **Review of World Economics**, v. 145, n. 3, p. 431–445, 2009. Springer.

MENDES, S. M.; TEIXEIRA, E. C.; SALVATO, M. A. Investimentos em infraestrutura e produtividade total dos fatores na agricultura Brasileira: 1985-2004. **Revista Brasileira de Economia**, v. 63, n. 2, p. 91–102, 2009. Fundação Getúlio Vargas.

MESSA, A. Metodologias de cálculo da Produtividade Total dos Fatores e da produtividade da mão de obra. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. p.445, 2014. IPEA.

MILLER, S. M.; UPADHYAY, M. P. The effects of openness, trade orientation, and human capital on total factor productivity. **Journal of Development Economics**, v. 63, n. 2, p. 399–423, 2000. North-Holland.

MDICT – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Comex Stat**. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>. Acesso em: 14/02/2023.

PESARAN, M. H. General diagnostic tests for cross section dependence in panels. **Empirical Economics**, v. 60, p. 13–50, 2021.

ROMER, P. Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization. **The American Economic Review**, v. 77, n. 2, p. 56–62, 1987.

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, p. 249–274, 2018.

SCHETTINI, D.; AZZONI, C. Determinantes regionais da produtividade industrial: o papel da infraestrutura. In: F. de Negri; L. R. Cavalcante (Eds.); **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes vol 2**. p.361–413, 2015. IPEA.

SICKLES, ROBIN C.; ZELENYUK, Valentin. **Measurement of Productivity and Efficiency**. New York: Cambridge University Press, 2019.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65–94, 1956.

SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, p. 312–320, 1957.

SOUZA, T. A. A.; SANTOS, H. C. Z. A. C.; CUNHA, M. S. DA. Panorama de longo prazo entre crescimento e produtividade no Brasil (1980-2014). **RDE - Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 45, 2020.

SOUZA, T. A. A.; TODESCHINI, C.; BERNARDELLI, L. V.; CUNHA, M. S. DA. Estudo sobre os determinantes da produtividade nas Unidades Federativas. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 47, p. 270–299, 2020.

STATA CORP, L. P. **Stata User's Guide**. 2017.

STRAUB, S. **Infrastructure and Growth in Developing Countries: Recent Advances and Research Challenges by Stéphane Straub**: SSRN. 2008.

SWAN, T. W. Economic growth and capital accumulation. **Economic Record**, v. 32, n. 2, p. 334–361, 1956.

SYVERSON, C. What determines productivity. **Journal of Economic Literature**, v. 49, n. 2, p. 326–365, 2011.

WU, R.; CHIOU, J. R. Retesting the Learning-by-Exporting Theory: An Investigation of Chinese Manufacturers' Productivity Under Globalization. **Atlantic Economic Journal**, v. 49, n. 1, p. 71–85, 2021. Springer.

NOTAS

¹ Os gastos com infraestrutura não foram considerados nas despesas governamentais

² O deflator foi também usado em todas as variáveis de valores monetárias

³ O conceito de neutralidade de Hicks estabelece que uma mudança é considerada neutra de Hicks se ela não afetar o equilíbrio de mão-de-obra e capital na função de produção.

Recebido: 17-11-2021

Aprovado: 15-02-2023



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.