

Determinantes da Produtividade: Análise do Impacto do Índice GCI e Seus Componentes Sobre a PTF*

RICARDO HENRIQUE SASSERON[†]

LUCIANO NAKABASHI[‡]

Sumário: 1. Introdução; 2. O GCI, metodologia e dados; 3. Resultados; 4. Considerações finais; Apêndice. Testes de autocorrelação dos erros e de Sargan de sobre-identificação.

Palavras-chave: PTF, Determinantes da produtividade, GCI, GMM em painel.

Códigos JEL: O47, E23, C23, C52.

O presente estudo buscou investigar os principais determinantes da produtividade em uma amostra de países. Para tanto, foram construídas medidas da Produtividade Total dos Fatores (PTF) e foram estimados os efeitos do *Global Competitiveness Index* (GCI), de seus subíndices e dos 12 pilares de competitividade sobre a PTF. Os principais resultados são que o incremento em uma unidade do índice GCI leva à um crescimento líquido na produtividade entre 12 e 21%, o que parece ocorrer via o subíndice "Baseado em Eficiência", onde uma elevação em uma unidade deste leva a um crescimento da PTF em mais de 30%. Em futuros estudos, pretende-se analisar, de maneira mais detalhada, os efeitos dos subíndices e dos pilares do GCI na produtividade, controlando para o nível de desenvolvimento econômico dos países.

This study aimed to investigate the main determinants of productivity in a cross-country sample. Therefore, measures of Total Factor Productivity (TFP) have been built, and we have estimated the effects of the Global Competitiveness Index (GCI), its subindexes and the 12 pillars of competitiveness on the former (TFP). The main results are that an increase in one unit of the GCI index leads to a net rise in productivity between 12 and 21%, which seems to occur via the "Efficiency Based" subindex, since an increment in one unit of this index leads to a TFP increase by more than 30%. In future studies, we intend to analyze, in more detail, the effects of the subindexes and the GCI's pillars on productivity controlling for the countries' economic development level.

*Somos gratos ao CNPQ pelo apoio financeiro. Agradecemos ainda a Lízia de Figueirêdo, Fábio Augusto Reis Gomes, Alexandre Chibebe Nicoletta e dois pareceristas anônimos pelos seus comentários.

[†]Mestre em Economia pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo (FEA-RP/USP). Av. Dr. Bias Fortes, 632, Centro, Andradas, MG, Brasil. CEP 37795-000. Email: ricardo.sasseron@gmail.com

[‡]FEA-RP/USP. Av. dos Bandeirantes, 3.900, Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP, Brasil. CEP 14040-905. Email: luciano.nakabashi@gmail.com



1. INTRODUÇÃO

Como bem documentado na literatura econômica, a produtividade é fundamental para explicar as diferenças de renda entre os países. Segundo Hsieh & Klenow (2010), o estado atual do debate atribui ao capital humano uma contribuição entre 10 a 30% para explicar as diferenças de renda entre países, de cerca de 20% ao capital físico, enquanto o restante (de 50 a 70%) é atribuído a diferenças na Produtividade Total dos Fatores (PTF). Adicionalmente, os autores argumentam que a PTF influencia o produto não apenas diretamente, mas também por meio da acumulação de capital físico e humano, salientando o papel preponderante da PTF para explicar as diferenças de renda entre os países.

São diversos os determinantes da produtividade de um país, e a investigação de quais seriam os principais fatores que a influenciam é um tema já explorado por diversos economistas, desde Adam Smith, que destacou o papel da especialização e da divisão do trabalho (Smith, 1776), passando pela ênfase dos economistas clássicos sobre o capital físico,¹ até trabalhos mais recentes que apontam para a importância do ambiente institucional, da qualidade da mão de obra, da estabilidade macroeconômica, de investimentos em tecnologia, entre outros (Schwab, 2014).

Na extensa revisão de literatura sobre os determinantes da produtividade feita por Isaksson (2007), o autor os divide de acordo com os seguintes grupos: criação, transmissão e absorção de conhecimento, entendido como nível de desenvolvimento tecnológico; oferta de fatores e alocação eficiente, que determina o grau de eficiência na utilização de recursos escassos; integração comercial e questões geográficas; competição, que abrange medidas como privatização, proteção de mercados e regulação de monopólios; questões sociais, como distribuição de renda, segurança econômica para os trabalhadores, nível de pobreza e exclusão social, entre outros fatores sociais; e meio ambiente, envolvendo questões como degradação ambiental e uso de recursos naturais.

Isaksson (2007) identificou diversos fatores que influenciam a PTF ou que, pelo menos, estão correlacionados com seu crescimento. O capital humano (tanto educação quanto saúde), infraestrutura, instituições, grau de abertura, competição (principalmente medidas de privatização), desenvolvimento do mercado financeiro, geografia e intensidade de capital na economia ocuparam posições de destaque, afetando a PTF de forma direta e indireta. As evidências empíricas ligando crescimento da PTF a mudanças estruturais, dimensão social e questões de meio ambiente ainda são inconclusivas. Inovação e investimentos em P&D são importantes para nações industrializadas, mas ainda há pouca evidência sobre sua importância em países em desenvolvimento.

Para Danquah, Moral-Benito & Ouattara (2014), apesar de ser consensual que a PTF explica a maior parte do crescimento do produto, as evidências empíricas sobre seus determinantes ainda é limitada. Além disso, os estudos feitos nessa área normalmente focam no efeito de variáveis específicas sobre a produtividade. Os autores citam os trabalhos de Benhabib & Spiegel (1994, 2005) e Vandenbussche, Aghion & Meghir (2006) sobre o efeito do capital humano no

¹Schwab (2014) cita, por exemplo, os trabalhos de Schumpeter (2013), Solow (1956) e Swan (1956).

crescimento da PTF, de [Miller & Upadhyay \(2000\)](#) sobre a relação de abertura e orientação comercial sobre a PTF, e o estudo de [Kneller & Stevens \(2006\)](#) sobre o capital humano e P&D, entre os países da OCDE, que levam a diferenças de PTF.

Segundo [Danquah et al. \(2014\)](#), os potenciais determinantes da PTF podem ser agrupados em seis categorias: variáveis macroeconômicas, como tamanho do governo e grau de abertura comercial; criação de conhecimento e variáveis de transmissão de conhecimento; oferta de fatores, como nível de capital humano; variáveis institucionais; geografia; e variáveis demográficas. Os autores encontram que fatores específicos dos países desempenham papel fundamental para explicar as diferenças de PTF, o que confirma a importância de se considerar características não observadas dos países em modelos de regressão. Controlando para o efeito fixo, os principais determinantes da PTF foram o nível de abertura comercial e o consumo privado, recíproco da taxa de poupança privada ([Danquah et al., 2014](#)).

[Buccirossi, Ciari, Duso, Spagnolo & Vitale \(2013\)](#) analisam o efeito de políticas pró-competição no mercado de bens e serviços sobre o crescimento da produtividade, com base em uma amostra de 22 indústrias em 12 países da OCDE. Os autores constroem 5 indicadores para mensurar a efetividade das políticas pró-competição nos diferentes países e concluem que existe uma relação positiva e significativa entre elas e o crescimento da PTF.

Segundo [Acemoglu \(2008\)](#), as explicações dos determinantes do crescimento econômico, que podem ser entendidas como causas fundamentais do crescimento da produtividade, dado o peso dessa variável no crescimento econômico, podem ser agrupadas em quatro conjuntos de explicações/determinantes: a sorte ou múltiplos equilíbrios; diferenças geográficas; diferenças culturais; e questões institucionais. Para o autor, os determinantes relacionados ao último conjunto teriam mais sucesso para explicar as diferenças de renda e produtividade entre os países, dada a existência de casos contra-factuais para explicações geográficas e culturais, e devido ao fato de que as explicações de equilíbrios múltiplos não trazem elementos novos e profícuos para o debate sobre o desenvolvimento econômico.

No Brasil, a questão da produtividade vem ganhando destaque crescente devido, em parte, à reversão do ciclo recente de crescimento econômico e inclusão social, entre 2004 e 2011. Desde então, a economia vem perdendo dinâmica, apresentando baixas taxas de crescimento e chegando, mais recentemente, ao quadro de forte recessão com inflação elevada e reduzida flexibilidade orçamentária, o que começa a colocar em risco algumas conquistas sociais do ciclo anterior, como a retirada de milhões de pessoas da situação de extrema pobreza ([The Economist, 2016](#), p.15; [IMF, 2015](#)). [De Negri & Cavalcante \(2014\)](#) enfatizam que o crescimento dos anos 2000 foi muito baseado na expansão das demandas interna e externa, com uma perda de força deste motor de crescimento após a crise de 2008. Os autores ainda destacam que, pela falta de um maior dinamismo dos investimentos nos anos 2000, não haveria como manter a trajetória de crescimento em prazos mais longos de tempo.

Adicionalmente, [Figueiredo & Nakabashi \(2016\)](#), [Ferreira \(2010\)](#), [Bonelli & Levy \(2010\)](#) mostram a importância da PTF no diferencial de renda per capita entre os estados brasileiros. [Figueiredo & Nakabashi \(2016\)](#), por exemplo, mostram que o processo de convergência entre os estados brasileiros ocorreu, quase que exclusivamente, via acumulação de capital físico, com a



manutenção no diferencial de produtividade entre eles, no período de 1970 a 2010. Entre alguns estudos que mostram a importância da PTF no desempenho da economia brasileira, podemos citar [Barbosa Filho, Pessôa & Veloso \(2010\)](#), [Ferreira, Ellery Jr. & Gomes \(2008\)](#) e [Gomes, Pessôa & Veloso \(2003\)](#). [Jacinto & Ribeiro \(2015\)](#) mostram que a produtividade no setor de serviços tem se tornado cada vez mais importante na determinação da produtividade do trabalho da economia brasileira pelo ganho de participação deste setor, além de um crescimento mais rápido da produtividade deste em relação à da indústria, entre 1996 e 2009. [Barbosa Filho & Pessôa \(2014\)](#) fazem uma revisão no cálculo da PTF introduzindo o número de horas trabalhadas ao invés do pessoal ocupado como medida do fator trabalho, para o período entre 1982 e 2012. Apesar de uma mudança no cálculo da evolução da produtividade, ela continua sendo fundamental na determinação do dinamismo da economia brasileira.

É nesse contexto que o aumento da produtividade da economia brasileira se apresenta como elemento fundamental na retomada do crescimento econômico e no aprofundamento das conquistas sociais da década anterior. A identificação de seus determinantes é, portanto, de primordial importância para os formuladores de política econômica. No entanto, como visto acima, há diversos determinantes da produtividade, sendo que qualquer tentativa de analisar todos eles seria impraticável, tanto devido à falta de dados quanto à falta de parcimônia em um modelo empírico tão complexo. Sendo assim, o presente estudo utiliza os indicadores que formam o *Global Competitiveness Index (GCI)*, particularmente, os chamados pilares de competitividade, os subíndices formados por estes e o índice geral, pois eles capturam os elementos mais importantes na determinação da PTF que são destacados na literatura econômica.

Por mais de trinta anos, o Fórum Econômico Mundial (FEM) tem acompanhado e estudado os diferentes aspectos da competitividade dos países, definida como o “conjunto de instituições, políticas e demais elementos que determinam o nível de produtividade de uma economia” ([Schwab, 2014](#), p.4).² Desde 2005, o FEM disponibiliza um índice de competitividade, o GCI, que abrange diversas das variáveis consideradas, na literatura econômica, como relevantes para explicar a produtividade. O presente estudo analisa o impacto do GCI e de seus componentes sobre a PTF. Desta forma, além de investigar o efeito dessas variáveis sobre a PTF, o trabalho serve como um teste para o índice, no sentido de analisar se os indicadores impactam positivamente a produtividade, como seria de se esperar pela própria definição de competitividade que o índice pretende mensurar.

Os dados consistem em um painel balanceado com 106 países e 6 períodos, para os anos de 2006 a 2011, período que foi escolhido pela disponibilidade dos dados. Realizando o teste de Hausman, observou-se a presença de efeitos fixos nas regressões, ou seja, concluiu-se pela existência de uma heterogeneidade não observada dos países que é correlacionada com os regressores. Além disso, os regressores mostraram evidências de endogeneidade, uma vez que o teste de Sargan para a validade das condições de momento foi rejeitado, ao nível de 1%. Por conta disso, as regressões foram estimadas por meio de um GMM em painel dinâmico, com o uso das defasagens das variáveis explicativas como instrumentos.

²Os principais resultados desse estudo são divulgados nos relatórios *Global Competitiveness Reports*.

Para o modelo com os pilares de competitividade, o “desenvolvimento do mercado financeiro” apresentou um impacto positivo na PTF, enquanto os demais pilares apresentaram efeitos nulos ou próximos disso. Para as especificações que utilizaram os subíndices do GCI como variáveis explicativas, o subíndice “Baseado em Eficiência” apresentou efeito positivo, sendo que a elevação em uma unidade deste leva a um incremento de mais de 30% na PTF. Já para a especificação que tem o índice GCI como regressor, os resultados indicam que um aumento em uma unidade do índice leva à um crescimento líquido entre de 12 e 21% da produtividade. Analisando os coeficientes das defasagens da PTF, nota-se sua elevada persistência temporal, indicando que políticas econômicas que estimulem a produtividade tendem a gerar efeitos relevantes ao longo do tempo.

Outros estudos buscaram investigar a relação do índice e seus componentes sobre o crescimento do PIB per capita, como [Xia, Liang, Zhang & Wu \(2012\)](#), [Amar & Hamdi \(2012\)](#), [Adamkiewicz & Kot \(2014\)](#), [Arruda, Araújo, Rios & Silveira \(2009\)](#) e [Kordalska & Olczyk \(2015\)](#). No entanto, nenhum deles trata da relação do índice com a produtividade e, mais especificamente, com a PTF. Este trabalho destaca-se, portanto, pelo pioneirismo na investigação realizada.

Além desta introdução, o presente estudo é organizado da seguinte forma: na [seção 2.1](#), apresenta-se uma descrição dos componentes do índice GCI utilizados na parte empírica; na [seção 2.2](#), encontra-se a metodologia de cálculo da PTF; a [seção 2.3](#) apresenta os métodos de estimação em painel simples e dinâmico, que são utilizados na análise empírica; as bases de dados utilizadas no trabalho são detalhadas na [seção 2.4](#); e os resultados da estimação dos modelos de regressão da PTF sobre os pilares de competitividade, os seus subíndices e o índice GCI se encontram na [seção 3](#). O trabalho termina com as principais conclusões das estimações realizadas.

2. O GCI, METODOLOGIA E DADOS

2.1. Os componentes do GCI

Os chamados pilares do índice, que buscam tratar dos principais determinantes da produtividade encontrados na literatura³ são: instituições, infraestrutura, ambiente macroeconômico, saúde e ensino básico, ensino superior e treinamento, eficiência do mercado de produtos, eficiência do mercado de trabalho, desenvolvimento do mercado financeiro, capacidade de absorção tecnológica, tamanho do mercado, sofisticação do ambiente de negócios e inovação.⁴ Embora todos os aspectos cobertos nos diversos pilares são importantes para todos os tipos de economia, eles afetam os países de maneiras distintas, a depender do nível de desenvolvimento e complexidade econômica do seu sistema produtivo ([Sala-I-Martin et al., 2015](#)).

O GCI agrupa os pilares em três subíndices que apresentam importância crescente de acordo com o nível de desenvolvimento do país. O primeiro subíndice, chamado de “Baseado

³Como colocado por [Sala-I-Martin & Artadi \(2004\)](#) sobre o próprio nome do índice, “[...]We call it ‘Global’ because the index is destined to become the flagship index of the Global Competitiveness Report, and because it is meant to capture the entirety of factors that help determine the productivity of nations.”

⁴Os detalhes sobre os indicadores que compõem cada pilar e o peso atribuído a cada um estão disponíveis nos relatórios anuais do *Global Competitiveness Report*.



em Recursos”, engloba os pilares mais importantes para a competitividade de países que estão em estágios iniciais de desenvolvimento: “instituições”, “infraestrutura”, “ambiente macroeconômico” e “saúde e ensino básico”. O segundo subíndice, “Baseado em Eficiência”, é formado pelos pilares “ensino superior e treinamento”, “eficiência do mercado de produtos”, “eficiência do mercado de trabalho”, “desenvolvimento do mercado financeiro”, “capacidade de absorção tecnológica” e “tamanho do mercado”, essenciais para economias em um estágio intermediário de desenvolvimento, cuja competitividade depende mais de melhorias na eficiência dos mercados e da disponibilidade de mão de obra qualificada. Os dois pilares restantes, “sofisticação do ambiente de negócios” e “inovação”, importam mais para países que já possuem um alto nível de desenvolvimento e formam o terceiro subíndice, chamado de “Baseado em Inovação”.

A **Tabela 1** exibe a estrutura dos três subíndices do GCI. Cada subíndice é formado pela média aritmética simples dos pilares que o compõem.

Tabela 1. Lista dos pilares que compõem os três subíndices do GCI

Baseado em Recursos	Baseado em Eficiência	Baseado em Inovação
Instituições	Ensino Superior e Treinamento	Sofisticação do Ambiente de Negócios
Infraestrutura	Eficiência do Mercado de Produtos	Inovação
Ambiente Macroeconômico	Eficiência do Mercado de Trabalho	
Saúde e Ensino Básico	Desenvolvimento do Mercado Financeiro	
	Capacidade de Absorção Tecnológica	
	Tamanho do Mercado	

Fonte: Elaboração própria com base em Sala-I-Martin et al. (2015).

O peso atribuído a cada subíndice, no cálculo do GCI final, muda de acordo com o estágio de desenvolvimento em que o país é classificado, como pode ser visto na **Tabela 2**. Para os países que estão entre dois estágios, os pesos refletem essa transição, mudando conforme o país se desenvolve para um novo estágio.⁵ Em outras palavras, o GCI atribui maiores pesos relativos

Tabela 2. Faixa de renda e pesos dos 3 subíndices usados no cálculo final do GCI, segundo os estágios de desenvolvimento.

	Estágios de desenvolvimento				
	Estágio 1	Transição	Estágio 2	Transição	Estágio 3
PIB per capita em US\$	< 2.000	2.000–2.999	3.000–8.999	9.000–17.000	> 17.000
<i>Pesos</i>					
Requisitos básicos	60%	40–60%	40%	20–40%	20%
Potencializadores de eficiência	35%	35–50%	50%	50%	50%
Fatores de inovação	5%	5–10%	10%	10–30%	30%

⁵A classificação de cada país, segundo o estágio de desenvolvimento, juntamente com os pesos de cada subíndice, em cada ano, podem ser encontrados nos relatórios anuais do *Global Competitiveness Report*.

aos pilares que são mais relevantes para uma economia de acordo com o seu estágio particular de desenvolvimento econômico.⁶

O índice atual combina 114 indicadores, de diversas fontes,^{7,8} e que medem diferentes aspectos relacionados à competitividade dos países. Os indicadores utilizados são normalizados para uma escala comum, entre 1 e 7, de forma que quanto maior a pontuação, mais competitiva é a economia no quesito em questão.

A Tabela 3 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis que fazem parte do índice GCI e que são utilizadas nos modelos empíricos como variáveis explicativas. Nela, as variáveis com os maiores desvios-padrão (dp) e coeficientes de variação (cv) são a “infraestrutura”, a “capacidade de absorção tecnológica” e o “tamanho de mercado”. Por outro lado, aquelas com os menores coeficientes de variação estão relacionadas à eficiência do mercado de trabalho e de produtos.

Tabela 3. Estatísticas descritivas das variáveis do índice GCI.

variável	média	dp	cv	min	max
P1: Instituições	4,17	0,93	0,22	2,39	6,19
P2: Infraestrutura	4,01	1,25	0,31	1,80	6,77
P3: Ambiente Macroeconômico	4,80	0,80	0,17	1,00	6,59
P4: Saúde e Ensino Básico	5,53	0,85	0,15	2,95	6,94
P5: Ensino Superior e Treinamento	4,21	0,96	0,23	1,99	6,12
P6: Eficiência do Mercado de Produtos	4,34	0,61	0,14	2,83	5,83
P7: Eficiência do Mercado de Trabalho	4,39	0,55	0,13	2,88	5,95
P8: Desenvolvimento do Mercado Financeiro	4,37	0,77	0,18	2,29	6,40
P9: Capacidade de Absorção Tecnológica	3,84	1,10	0,29	1,96	6,30
P10: Tamanho do Mercado	3,93	1,18	0,30	1,25	6,93
P11: Sofisticação do Ambiente de Negócios	4,21	0,76	0,18	2,68	5,99
P12: Inovação	3,50	0,89	0,25	2,01	5,84
Baseado em Recursos	4,63	0,8	0,17	2,49	6,33
Baseados em Eficiência	4,18	0,71	0,17	2,51	5,88
Baseados em Inovação	3,86	0,81	0,21	2,44	5,82
Índice GCI	4,30	0,67	0,16	2,58	5,80

Notas: “dp” é o desvio padrão da amostra. “cv” é o coeficiente de variação, que corresponde ao desvio padrão dividido pela média da amostra. “min” é o valor mínimo da amostra e “max” o valor máximo. Os 12 pilares de competitividade estão identificados com prefixos de “P1” a “P12”.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados históricos do índice GCI disponibilizados pelo FEM.

2.2. Metodologia de cálculo da PTF

Há diversas metodologias para estimação da PTF, sendo que Mawson, Carlaw & McClellan (2003) reportam quatro principais: a abordagem pela contabilidade do desenvolvimento, a de número

⁶Os países que compõem a fronteira tecnológica são os 10 países com maior número de patentes per capita.

⁷Principalmente da pesquisa *Executive Opinions Survey* (EOS), feita pelo próprio FEM, com a opinião de vários líderes de diversas companhias nos diferentes países cobertos pela pesquisa.

⁸O GCI, apesar de calculado desde 2005, só está disponível com o formato atual a partir de 2006. Em 2007, a metodologia de cálculo do índice passou por uma atualização, permanecendo praticamente inalterada desde então, sendo que somente agora o FEM começa a discutir uma nova atualização do índice, para entrar em vigor nos próximos anos (Schwab, 2015).



índice, a abordagem baseada em uma função distância e o cálculo da produtividade via modelos econométricos. Nesse estudo, analisa-se a PTF empregando a abordagem da contabilidade do desenvolvimento, que consiste em uma técnica utilizada para desagregar o produto por trabalhador em diferenças na produtividade (PTF) e na acumulação de fatores de produção, onde a primeira é obtida de forma residual.

Tradicionalmente, os fatores considerados na função de produção eram capital e trabalho, deixando de fora da análise outros fatores de produção. Como a PTF é uma medida residual, ela acaba refletindo fatores que são omitidos. Buscando melhor esclarecer esse resíduo, a literatura de crescimento econômico incorporou outros fatores na função de produção, sendo que o capital humano já é adotado na maioria dos trabalhos empíricos, principalmente depois do trabalho seminal de [Mankiw, Romer & Weil \(1992\)](#), que explorou a importância de se considerar o capital humano na função de produção, obtendo um melhor ajuste do modelo aos dados.

Uma das novidades da Penn WorldTable 8.1 é a inclusão de medidas da PTF, estimadas com base na função de produção translog. Este estudo segue essa metodologia, apresentada em [Feenstra, Inklaar & Timmer \(2015\)](#), adotando a função de produção translog, que é uma generalização da função Cobb-Douglas e permite que as elasticidades de substituição sejam diferentes entre países e ao longo do tempo. A função translog com N fatores de produção é dada pela equação

$$\ln Y = \ln A + \sum_{l=1}^N \beta_l \cdot \ln v_l + \frac{1}{2} \cdot \sum_{l=1}^N \sum_{j=1}^N \beta_{lj} \cdot \ln v_l \cdot \ln v_j, \quad (1)$$

onde A , β_l e β_{lj} ($l, j = 1, \dots, N$) são parâmetros da função, e v_l ($l = 1, \dots, N$) são os fatores de produção.⁹

A medida de capital físico utilizada vem da PTW 8.1, que emprega o método do inventário perpétuo em seu cálculo, descontando o fluxo de serviços do ativo por conta de sua depreciação. Seu cálculo é dado pela seguinte equação:

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

Grande parte dos trabalhos que usam a contabilidade do desenvolvimento estima o capital humano por trabalhador, h , levando em conta os anos de escolaridade médio dos trabalhadores, estimando a contribuição de cada ano adicional de escolaridade por meio de uma função minceriana ([Mincer, 1974](#)) de acumulação de capital humano. Seguindo [Hall & Jones \(1999\)](#),

$$h = e^{\phi(s)}, \quad (3)$$

em que s representa os anos de escolaridade médio dos trabalhadores do país. A função ϕ , portanto, reflete a eficiência produtiva de uma unidade de trabalho com s anos de educação formal, sendo a derivada $\phi'(s)$ o aumento marginal da eficiência do trabalhador com s anos de educação. Neste estudo, utiliza-se a medida de capital humano da PTW 8.1 ([Feenstra et al., 2015](#)),

⁹Para maiores detalhes da metodologia ver [Feenstra et al. \(2015\)](#)

que segue os trabalhos de Caselli (2005) e Hall & Jones (1999), os quais adotam uma função $\phi(\cdot)$ dada por

$$\phi(s) = \begin{cases} 0,13 & \text{se } s \leq 4, \\ 0,10 & \text{se } 4 < s \leq 8, \\ 0,07 & \text{se } s > 8. \end{cases} \quad (4)$$

A justificativa para formato em escada do retorno da educação é que ele é diferente de acordo com o estoque acumulado previamente.

2.3. Metodologia de estimação

Nesta subseção, é apresentada a metodologia utilizada na análise empírica dos determinantes da produtividade. Como os dados utilizados compõem um painel com 106 países, ao longo de seis anos (2006-2011), os estimadores utilizados exploram as propriedades de painéis. Assume-se que as variáveis explicativas (o GCI e os seus componentes) e a PTF estão relacionadas linearmente, segundo o modelo:

$$y_{it} = \alpha_{it} + \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta}_{it} + u_{it}, \quad (5)$$

onde $i = 1, \dots, N$ é o subscrito que identifica cada um dos N países; $t = 1, \dots, T$ é o subscrito de tempo (T períodos); y é a variável dependente escalar; \mathbf{x} é um vetor com k variáveis explicativas; $\boldsymbol{\beta}$ é um vetor $k \times 1$ de parâmetros; α é o intercepto; e u é o termo de erro.

A estimação em painel simples é feita utilizando-se o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) ou Mínimos Quadrados Generalizados (MQG). Seguindo Islam (1995), o método de dados em painel é mais adequado do que o MQO para uma base com dados de cortes transversais e de tempo, assim como para estudos macroeconômicos voltados para o tema de desenvolvimento, pois ele fornece uma estrutura natural para se tratar do problema causado por viés de variável omitida. Esta metodologia proporciona uma melhor ferramenta para lidar com as diferenças nas preferências e outras variáveis não observadas, entre os países, que são difíceis de mensurar, retirando-as do termo de erro (Islam, 1995).

Os métodos de estimação citados anteriormente necessitam que os regressores sejam fortemente (ou estritamente) exógenos para que as estimativas sejam consistentes, de maneira que o termo de erro tenha média zero, condicional aos valores passados, correntes e futuros dos regressores. Caso os regressores sejam endógenos, ou o modelo inclua defasagens da variável dependente, então os métodos apresentados resultam em estimadores inconsistentes. Nesses casos, a estimação pode ser feita com o uso de variáveis instrumentais, por meio de GMM em painel, gerando assim estimadores consistentes.

Baseado nos trabalhos de Anderson & Hsiao (1981) e de Holtz-Eakin, Newey & Rosen (1988), Arellano & Bond (1991) derivaram estimadores GMM, em um e dois estágios, usando defasagens da variável dependente e dos regressores predeterminados como instrumentos para a equação em diferenças, formando as condições de momento. Estes estimadores são conhecidos, na literatura, como Arellano–Bond. No entanto, Blundell & Bond (1998) mostram que as defasagens das variáveis em nível, usadas como instrumentos no estimador Arellano–Bond, tornam-se



instrumentos fracos quando o processo autoregressivo é persistente, ou a razão da variância da heterogeneidade não observada se torna muito grande.

Baseados no trabalho de [Arellano & Bover \(1995\)](#), [Blundell & Bond \(1998\)](#) propuseram um estimador em sistema, conhecido como estimador Arellano–Bover/Blundell–Bond, no qual as condições de momento utilizam as defasagens das variáveis em diferença como instrumentos para a equação em nível, além das condições de momento exploradas pelo estimador de Arellano–Bond para a equação em diferenças. Os instrumentos tipo GMM são formados pelas defasagens das variáveis endógenas e/ou da variável dependente. Para ilustrar, considere um modelo simples dado por

$$y_{it} = \lambda_1 y_{i,t-1} + \lambda_2 y_{i,t-2} + \alpha + \varepsilon_{it}. \quad (6)$$

As variáveis pré-determinadas ou endógenas são tratadas de forma similar às defasagens da variável dependente usadas como regressores. Assuma que os dados são de um painel balanceado, com valores das variáveis para todos os indivíduos da amostra, em todos os anos. Tomando a primeira diferença da equação (6), temos:

$$\Delta y_{it} = \lambda_1 \Delta y_{i,t-1} + \lambda_2 \Delta y_{i,t-2} + \Delta \varepsilon_{it}. \quad (7)$$

As primeiras três observações são perdidas por conta das defasagens e da diferenciação. Assumindo que ε_{it} não apresenta autocorrelação, no período $t = 4$, por exemplo, y_{i1} e y_{i2} são instrumentos válidos para a equação em diferenças, já que não estão correlacionados com o termo de erro ($\varepsilon_{i4} - \varepsilon_{i3}$). Em $t = 5$, y_{i1} , y_{i2} e y_{i3} são instrumentos válidos. [Windmeijer \(2005\)](#) desenvolveu um estimador robusto da matriz de variância e covariância do estimador GMM em dois estágios, o qual é utilizado no presente estudo.¹⁰

2.4. Base de dados

Para a análise da evolução da PTF, a base de dados da Penn-World Table (PWT), versão 8.1, foi empregada, sendo ela muito utilizada em estudos com o comparativo do produto por trabalhador ou da PTF entre países. A PTW 8.1 contém informações para 43 variáveis, de 167 países, para os anos de 1950 a 2011 ([Feenstra et al., 2015](#)).

Fazendo uso de uma extensa base de dados de preços coletados em vários países, para alguns anos referência, pelo *International Comparisons Program (ICP)*,¹¹ a PWT constrói taxas de câmbio com base na Paridade do Poder de Compra (PPC), que são usadas para converter o valor das variáveis macroeconômicas de diferentes países em uma moeda única (dólares dos Estados Unidos), o que torna possível a comparação dessas variáveis.¹²

Na versão 8.1, é introduzida uma nova medida de produto, que tem como objetivo fornecer uma estimativa mais aproximada da capacidade produtiva relativa entre países: trata-se da variável PIB pela ótica da produção ajustado pela PPC, identificada na base de dados

¹⁰Ver [Windmeijer \(2005\)](#) para referência das fórmulas dessa matriz.

¹¹A ICP é uma pesquisa internacional de preços de bens e serviços, comercializáveis e não comercializáveis.

¹²Para uma revisão sobre a construção dos índices de paridade do poder de compra, inclusive sobre os problemas associados, ver [Deaton & Heston \(2010\)](#).

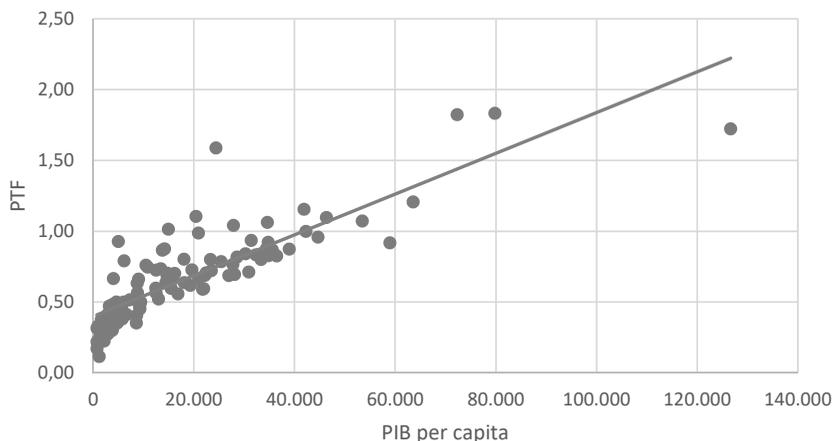
como CGDP^o. Essa medida é usada no cálculo da PTF relativa entre os países, no ano de 2011, enquanto a variação da PTF, de cada país, é estimada com base no PIB das contas nacionais, identificado como RGDP^{NA} na PWT.

O estoque de capital físico é calculado com base em dados por tipo de investimento, tanto em edificações quanto em máquinas e equipamentos. Usando diferentes taxas de depreciação para cada tipo de ativo, as séries de capital são construídas pelo método do inventário perpétuo, conforme explicado na seção 2.2. Outra novidade na versão 8.1 é a introdução de uma medida da participação da renda do trabalho no PIB, denominada LABSH, permitindo que essa variável seja diferente entre países e ao longo do tempo, ao contrário do que tipicamente era feito nos trabalhos sobre contabilidade do desenvolvimento, que assumiam uma taxa constante para todos os países, normalmente igual a 0,7 (Feenstra et al., 2015).

O capital humano é estimado com os dados de escolaridade disponíveis na base de dados de Barro & Lee (2013), utilizando a metodologia e as taxas de retorno para diferentes níveis de escolaridade adotadas por Caselli (2005), conforme explicado na seção 2.2. Outras variáveis da PWT, utilizadas no cálculo da PTF, são a população dos países, o número de trabalhadores empregados e a média de horas trabalhadas por ano das pessoas empregadas.

Na Figura 1, é exibida a dispersão da PTF contra o PIB per capita, em 2011. O valor da PTF é normalizada de forma que os Estados Unidos possuam um valor igual a 1. Nela, observa-se uma alta correlação positiva entre a PTF e o PIB per capita, como era esperado, dada a evidência empírica encontrada na literatura.¹³

Figura 1. Dispersão da PTF contra o PIB (CGDP^o) per capita, em 2011.



Notas: A linha sólida é a reta obtida da regressão linear. A PTF é aquela disponível na PWT, calculada com base no PIB a dólares correntes ajustado pela PPC, CGDP^o.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PWT 8.1.

¹³Ver, por exemplo, Caselli (2005).



3. RESULTADOS

Para a análise empírica dos determinantes da produtividade, foi adotada a PTF como variável dependente. As estimativas foram feitas utilizando o logaritmo natural da PTF, o que faz com que os coeficientes sejam interpretados como medidas da semi-elasticidade, ou seja, como o crescimento percentual da PTF para uma variação de uma unidade nos regressores, exceto para os coeficientes das defasagens da própria PTF, que são interpretados como elasticidades por ela também estar em logaritmo natural.

Foram estimadas três especificações para explicar a produtividade: uma utilizando o índice geral GCI como variável explicativa; outra com os subíndices do GCI; e uma terceira, com os 12 pilares de competitividade do índice. A **Figura 2** mostra a correlação entre as variáveis. Nela, nota-se que os índices possuem uma alta correlação entre si, principalmente os subíndices, que apresentam correlação média de 0,9, enquanto os pilares tem correlação média de 0,65. Essa alta correlação dificulta a estimação do efeito isolado de cada índice devido ao problema de mul-

Figura 2. Correlação entre as variáveis dos modelos empíricos, para a amostra de 106 países utilizada, no período de 2006 a 2011.

	ptf	lptf	A01_in st	A02_in fra	A03_m acro	A04_he _ed	B05_hi _ed	B06_go ods	B07_la bor	B08_fin an	B09_te ch	B10_m _size	C11_so ph	C12_in nov	A_basi c	B_effici ency	C_inno vation	gci
ptf	1,00	0,92	0,69	0,74	0,54	0,67	0,73	0,68	0,43	0,64	0,76	0,36	0,71	0,64	0,80	0,73	0,68	0,76
lptf	0,92	1,00	0,65	0,73	0,53	0,72	0,76	0,66	0,37	0,62	0,76	0,43	0,70	0,62	0,79	0,74	0,67	0,76
A01_inst	0,69	0,65	1,00	0,85	0,46	0,58	0,77	0,88	0,66	0,80	0,83	0,24	0,81	0,81	0,88	0,82	0,83	0,86
A02_infra	0,74	0,73	0,85	1,00	0,47	0,71	0,87	0,85	0,59	0,73	0,91	0,47	0,87	0,84	0,93	0,90	0,87	0,92
A03_macro	0,54	0,53	0,46	0,47	1,00	0,44	0,47	0,54	0,40	0,49	0,47	0,32	0,46	0,42	0,68	0,54	0,45	0,61
A04_he_ed	0,67	0,72	0,58	0,71	0,44	1,00	0,85	0,65	0,40	0,54	0,74	0,46	0,69	0,62	0,82	0,76	0,66	0,78
B05_hi_ed	0,73	0,76	0,77	0,87	0,47	0,85	1,00	0,80	0,59	0,69	0,91	0,51	0,85	0,84	0,90	0,92	0,86	0,91
B06_goods	0,68	0,66	0,88	0,85	0,54	0,65	0,80	1,00	0,69	0,85	0,85	0,42	0,89	0,83	0,89	0,91	0,88	0,91
B07_labor	0,43	0,37	0,66	0,59	0,40	0,40	0,59	0,69	1,00	0,59	0,63	0,18	0,58	0,65	0,62	0,69	0,63	0,68
B08_finan	0,64	0,62	0,80	0,73	0,49	0,54	0,69	0,85	0,59	1,00	0,74	0,32	0,77	0,69	0,78	0,82	0,74	0,79
B09_tech	0,76	0,76	0,83	0,91	0,47	0,74	0,91	0,85	0,63	0,74	1,00	0,43	0,87	0,85	0,90	0,92	0,88	0,91
B10_m_size	0,36	0,43	0,24	0,47	0,32	0,46	0,51	0,42	0,18	0,32	0,43	1,00	0,60	0,56	0,45	0,65	0,59	0,60
C11_soph	0,71	0,70	0,81	0,87	0,46	0,69	0,85	0,89	0,58	0,77	0,87	0,60	1,00	0,92	0,87	0,93	0,98	0,94
C12_innov	0,64	0,62	0,81	0,84	0,42	0,62	0,84	0,83	0,65	0,69	0,85	0,56	0,92	1,00	0,82	0,90	0,98	0,91
A_basic	0,80	0,79	0,88	0,93	0,68	0,82	0,90	0,89	0,62	0,78	0,90	0,45	0,87	0,82	1,00	0,91	0,86	0,96
B_efficiency	0,73	0,74	0,82	0,90	0,54	0,76	0,92	0,91	0,69	0,82	0,92	0,65	0,93	0,90	0,91	1,00	0,93	0,97
C_innovation	0,68	0,67	0,83	0,87	0,45	0,66	0,86	0,88	0,63	0,74	0,88	0,59	0,98	0,98	0,86	0,93	1,00	0,94
gci	0,76	0,76	0,86	0,92	0,61	0,78	0,91	0,91	0,68	0,79	0,91	0,60	0,94	0,91	0,96	0,97	0,94	1,00

Notas: ptf: PTF. lptf: Logaritmo natural da PTF. gci: Índice GCI. A_basic: Baseado em Recursos. B_efficiency: Baseado em Eficiência. C_innovation: Baseado em Inovação. A01_inst: Instituições. A02_infra: Infraestrutura. A03_macro: Ambiente Macroeconômico. A04_he_ed: Saúde e Ensino Básico. B05_hi_ed: Ensino Superior e Treinamento. B06_goods: Eficiência do Mercado de Produtos. B07_labor: Eficiência do Mercado de Trabalho. B08_finan: Desenvolvimento do Mercado Financeiro. B09_tech: Capacidade de Absorção Tecnológica. B10_m_size: Tamanho do Mercado. C11_soph: Sofisticação do Ambiente de Negócios. C12_innov: Inovação.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PTW 8.1 e do GCI.

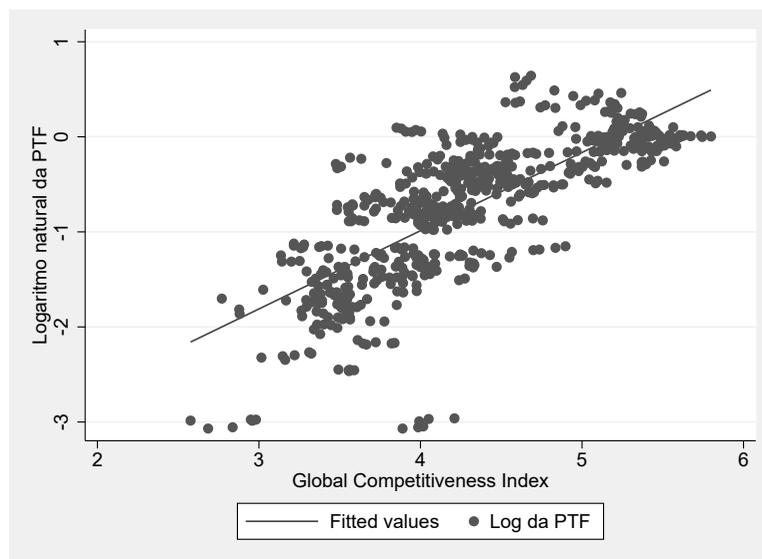
colinearidade, além de fazer com que pequenas mudanças na especificação do modelo alterem significativamente os resultados (Kumar, 1975). Em relação à PTF, os pilares apresentaram uma correlação média de 0,63, enquanto a sua correlação média dos três subíndices foi de 0,74.

3.1. Análise do índice GCI geral

Primeiramente, é interessante observar a relação entre a PTF e o índice GCI por meio de um gráfico de dispersão das duas variáveis, que é exibido na Figura 3, juntamente com a linha de tendência, obtida por meio da regressão simples do logaritmo natural da PTF contra o índice. Nesta figura, observa-se uma forte correlação positiva entre elas. A linha de tendência é obtida com base em uma regressão simples do índice e uma constante, estimada por meio do método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Para testar a presença de heterogeneidade não observada e correlacionada com os regressores no modelo com o índice GCI como variável explicativa da PTF, estimou-se a regressão com os estimadores pelos métodos de efeitos fixos (EF) e aleatórios (EA). O teste F indica a superioridade do método de EF sobre MQO, enquanto o teste de Hausman leva à rejeição da hipótese nula de igualdade dos estimadores, ao nível de significância de 1%. Dessa forma, o teste de Hausman indica que o estimador EA é inconsistente devido ao efeito da variável omitida. Em outras palavras, há evidências da existência de heterogeneidade não observada entre os países, correlacionada com o regressor GCI, a qual deve ser tratada nas estimações para evitar o viés de variável omitida.¹⁴

Figura 3. Gráfico de dispersão e linha de tendência do índice GCI e do logaritmo natural da PTF.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PTW 8.1 e do GCI.

¹⁴As estimações pelos métodos MQO, EF e EA foram realizadas, mas seus resultados não foram apresentados por uma questão de espaço. Os resultados estão disponíveis com os autores.



Mesmo tratando o efeito fixo dos países, as variáveis explicativas podem sofrer de endogeneidade, como é comum em modelos de crescimento, fazendo com que as estimativas sejam inconsistentes (Acemoglu, 2008). Para testar se a variável GCI é exógena ou não, aplicou-se o teste de sobre-identificação de Sargan em um modelo estimado via GMM, onde a variável explicativa é tratada como exógena, sendo utilizado seu valor contemporâneo para formar as condições de momento. A hipótese nula de sobre-identificação foi rejeitada ao nível de 1% de significância, o que indica a presença de endogeneidade na variável GCI, que pode ser decorrente da simultaneidade das relações entre as variáveis, de forma que uma maior produtividade contribua para um aumento da competitividade. Os testes de Sargan também indicaram que os subíndices e os pilares do GCI são endógenos.¹⁵

Portanto, foram realizadas estimações com o uso de variáveis instrumentais via defasagens do próprio índice e da variável dependente como instrumentos, técnica também utilizada com os subíndices e pilares do GCI, com os resultados apresentados nas próximas subseções. Foram analisadas 5 especificações distintas, estimadas com o estimador Arellano–Bover/Blundell–Bond, que trata também o efeito fixo dos países, além da endogeneidade, por meio de um GMM em painel em dois estágios. O desvio-padrão foi calculado de forma robusta (*WC-robust estimator*, Windmeijer, 2005). As mesmas especificações e métodos foram utilizados nas estimativas dos subíndices e dos pilares do GCI, sendo os resultados apresentados nas subseções posteriores.

As variáveis instrumentais adotadas em cada especificação e as defasagens das variáveis utilizadas como regressores são apresentadas na Tabela 4. Nela, a nomenclatura “L(3/·)” representa todas as defasagens depois de $t - 3$, inclusive, e “L2D” indica a diferença da variável no período $t - 2$.

Vale notar que as variáveis são tratadas como endógenas de forma que os instrumentos não incluem as variáveis no mesmo período que os regressores. Adicionalmente, as especificações “gmm02” e “gmm04” utilizam instrumentos com duas ou mais defasagens em relação

Tabela 4. Defasagens das variáveis usadas como regressores e instrumentos, para diferentes especificações do modelo que utiliza o índice GCI como variável explicativa.

	gmm01	gmm02	gmm03	gmm04	gmm05
<i>Regressores em defasagens (além do valor corrente do índice gci)</i>					
Defasagens de lptf	1	1	2	2	2
Defasagens do gci	1	1	1	1	2
Número de instrumentos	19	11	15	8	11
<i>Instrumentos para a equação em diferenças</i>					
Tipo GMM para a lptf	L(3/·)	L(4/·)	L(4/·)	L(5/·)	L(4/·)
Tipo GMM para o gci	L(3/·)	L(4/·)	L(3/·)	L(4/·)	L(4/·)
<i>Instrumentos para a equação em nível</i>					
Tipo GMM para a lptf	L2D	L3D	L3D	L4D	L3D
Tipo GMM para o gci	L2D	L3D	L2D	L3D	L3D

¹⁵Todos os testes de Sargan e de autocorrelação estão no Apêndice.

aos regressores, o que evita o problema de endogeneidade no caso de um possível componente autoregressivo dos resíduos.

Os testes sobre a validade das estimações de autocorrelação dos erros (teste de Arellano–Bond de autocorrelação sobre a primeira diferença dos erros) mostram que somente a especificação “gmm01” apresenta autocorrelação de segunda ordem ou superior, ao nível de 10% de significância.¹⁶ Para o teste de Sargan em dois estágios, apenas as especificações “gmm03” e “gmm04” indicam a validade das condições de momento ao nível de 10% de significância, sendo as mais adequadas para a interpretação dos resultados.¹⁷

Na Tabela 5, os resultados das 5 especificações estimadas com o uso de variáveis instrumentais são apresentados. Os resultados das colunas (3) e (4) são semelhantes e mostram que um aumento em uma unidade do índice GCI leva a um crescimento de 59% na produtividade, no mesmo período. Porém, diminui a produtividade do ano posterior em 47% e 38%, respectivamente, tornando o efeito líquido de aumento da PTF entre 12 e 21%. Com base

Tabela 5. Resultados das diferentes especificações estimadas por GMM em painel com variáveis instrumentais, utilizando-se o índice GCI como variável explicativa. Erro-padrão dos coeficientes estimado de forma robusta a heteroscedasticidade e autocorrelação.

	gmm01 (1)	gmm02 (2)	gmm03 (3)	gmm04 (4)	gmm05 (5)
L.lptf	0,950*** (0,054)	0,882*** (0,114)	0,626*** (0,173)	0,474* (0,266)	0,483 (0,374)
L2.lptf			0,230** (0,107)	0,280** (0,125)	0,371 (0,372)
gci	0,497*** (0,096)	0,591*** (0,093)	0,592*** (0,089)	0,594*** (0,079)	0,629*** (0,130)
L.gci	-0,446*** (0,098)	-0,507*** (0,154)	-0,475*** (0,125)	-0,383* (0,214)	-0,389* (0,201)
L2.gci					0,123 (0,262)
_cons	-0,262 (0,200)	-0,457 (0,562)	-0,630 (0,564)	-1,101 (0,980)	-0,628 (0,519)
N	530	530	424	424	424

Notas: lptf: Logaritmo natural da PTF. gci: Índice GCI. _cons: constante. L representa a defasagem de um período. L2 representa a defasagem de dois períodos. Desvios-padrão estão em parênteses. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

¹⁶No teste de autocorrelação dos erros, como a primeira diferença de uma variável iid é correlacionada serialmente, rejeitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação de primeira ordem não implica que o modelo está mal especificado. No entanto, a rejeição em ordens superiores implica que as condições de momento não são válidas (StataCorp, 2011).

¹⁷O teste de Sargan de sobre-identificação apresenta distribuição assintótica chi-quadrado quando o termo de erro é homoscedástico. Segundo Arellano & Bond (1991), na presença de heteroscedasticidade, o estimador *one-step GMM* tende a rejeitar mais do que o nível de significância estabelecido para a hipótese nula, enquanto o estimador *two-step GMM* tende a rejeitar menos a hipótese nula. Os resultados dos testes estão no Apêndice.



nesses resultados, se o Brasil elevasse seu índice GCI, em 2011, para ao nível da Suíça, a sua produtividade aumentaria entre 18 e 30%.

Os componentes autoregressivos das especificações “gmm03” e “gmm04” revelam que o crescimento de 1% na PTF, em um ano, leva à um aumento da mesma de 0,47 e 0,62% um ano à frente, respectivamente, e de 0,23 e 0,28% depois de dois anos, respectivamente, levando a um crescimento acumulado entre 0,88 e 1,00% após dois anos, indicando uma trajetória de elevada dependência temporal.

3.2. Análise dos subíndices do GCI

A [Figura 4](#) apresenta o gráfico de dispersão de cada um dos subíndices em relação à PTF, incluindo uma linha de tendência, obtida por meio da regressão simples da PTF sobre cada subíndice. Para todos os três subíndices, observa-se uma relação positiva com o logaritmo natural da PTF.

A [Tabela 6](#) apresenta as variáveis explicativas defasadas adotadas em cada especificação e o conjunto de instrumentos utilizado. Conforme exposto anteriormente, a nomenclatura “L(2/3)” indica a variável em questão com dois e três períodos de defasagem em relação ao período t da variável dependente,¹⁸ “L(3/·)” representa todas as defasagens depois de $t - 3$, inclusive, e “L2D” indica a diferença da variável no período $t - 2$.¹⁹

Os testes de autocorrelação dos erros (teste de Arellano–Bond de autocorrelação sobre a primeira diferença dos erros), com os resultados apresentados no anexo, indicam que as especificações “gmm02” e “gmm04” apresentam autocorrelação de segunda ordem nos erros, ao nível de significância de 10%, o que invalida suas condições de momento ([StataCorp, 2011](#)),

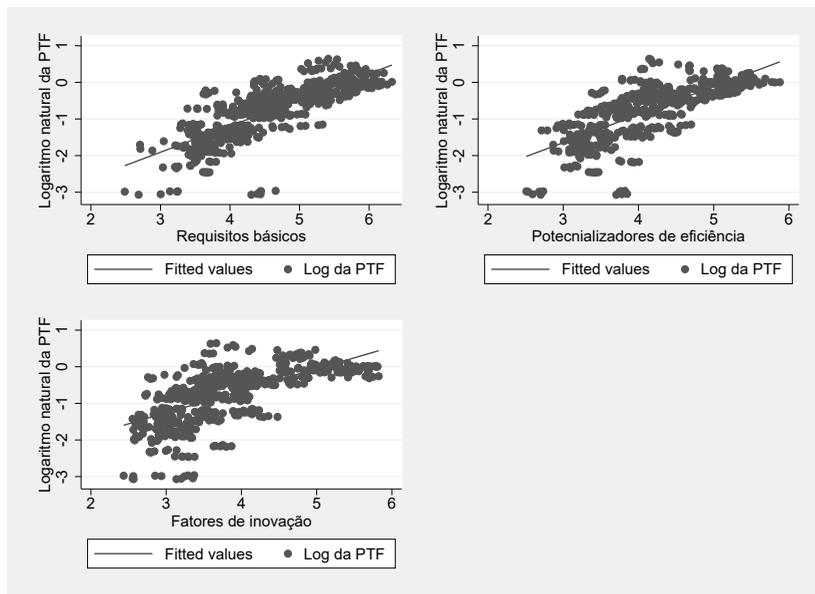
Tabela 6. Defasagens das variáveis usadas como regressores e instrumentos, para diferentes especificações do modelo que utiliza os subíndices do GCI como variáveis explicativas.

	gmm01	gmm02	gmm03	gmm04	gmm05
<i>Defasagens das variáveis usadas como regressores</i>					
lptf	2	1	2	2	1
Variáveis explicativas	0	1	1	1	2
Número de instrumentos	25	21	33	18	25
<i>Instrumentos para a equação em diferenças</i>					
lptf	L(2/3)	L(4/·)	L(4/·)	L(5/·)	L(3/·)
Variáveis explicativas	L(2/3)	L(4/·)	L(3/·)	L(4/·)	L(4/·)
<i>Instrumentos para a equação em nível</i>					
lptf	.	L3D	L3D	L4D	L2D
Variáveis explicativas	.	L3D	L2D	L3D	L3D

¹⁸ Assim como no modelo com os pilares de competitividade, a especificação da coluna “gmm01” utiliza apenas duas defasagens como instrumentos.

¹⁹ As especificações “gmm02” e “gmm04” utilizam instrumentos com duas ou mais defasagens com relação aos regressores, o que evita o problema de endogeneidade no caso de um possível componente autoregressivo dos resíduos.

Figura 4. Gráfico de dispersão e linha de tendência dos subíndices do GCI e do logaritmo natural da PTF.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PTW 8.1 e do GCI.

enquanto os testes de Sargan com GMM em dois estágios apontam problemas de validade das condições de momento na especificações “gmm01” e “gmm02”, ao nível de 10%. Portanto, apenas as especificações “gmm03” e “gmm05” apresentam resultados mais confiáveis, sendo que os testes apontam para uma maior confiança nos resultados da última especificação.

Na Tabela 7, os resultados da coluna (5), gmm05, apontam que o efeito contemporâneo do aumento de um ponto no subíndice “Baseado em Recursos”, em uma escala de 1 a 7 (desvio padrão de 0,8 na amostra), é um incremento de 15% na produtividade. No entanto, o coeficiente da defasagem dessa variável é cerca de -17% e significativo, o que anularia o aumento inicial na PTF, com resultados semelhantes na terceira especificação (gmm03). Para o “Baseado em Eficiência”, somente a segunda defasagem exibe um coeficiente estatisticamente distinto de zero, no valor de 0,31. Dessa forma, o aumento de um ponto nesse subíndice (que tem desvio padrão de 0,71 na amostra) eleva a produtividade dois períodos a frente em mais de 30%. Já o subíndice “Baseado em Inovação” não apresentou coeficiente estatisticamente distinto de zero (seria o caso na terceira especificação, mas com o sinal negativo).

O componente autoregressivo da coluna (5), da Tabela 7, apresenta um coeficiente de 0,91, em linha com os resultados dos modelos que utilizam os pilares de competitividade como variáveis explicativas e o estimador Arellano–Bover/Blundell–Bond, conforme exposto na seção 3.3. Assim, outras variáveis mantidas constantes, a variação da produtividade em um ano é cerca de 91% da variação do período anterior.

De forma geral, as estimações da Tabela 7 mostram que o GCI afeta a produtividade dos países pelo subíndice “Baseado em Eficiência”, o que faz sentido, visto que os seus componen-



Tabela 7. Resultados das diferentes especificações estimadas por GMM em painel com variáveis instrumentais, utilizando-se os subíndices do GCI como variáveis explicativas. Erro-padrão dos coeficientes estimado de forma robusta a heteroscedasticidade e autocorrelação.

	gmm01 (1)	gmm02 (2)	gmm03 (3)	gmm04 (4)	gmm05 (5)
L.lptf	0,455 *** (0,102)	0,906 *** (0,0444)	0,808 *** (0,161)	0,613 *** (0,173)	0,910 *** (0,0514)
L2.lptf	-0,0104 (0,0922)		0,120 (0,158)	0,264 * (0,150)	
A_basic	0,174 *** (0,0326)	0,169 *** (0,0414)	0,186 *** (0,0439)	0,141 *** (0,0368)	0,153 *** (0,0453)
B_efficiency	-0,271 *** (0,0684)	-0,0491 (0,107)	0,0368 (0,0899)	-0,0495 (0,116)	-0,0615 (0,181)
C_innovation	0,0869 ** (0,0419)	0,154 (0,112)	0,0798 (0,0860)	0,235 ** (0,103)	0,0529 (0,0807)
LA_basic		-0,179 *** (0,0549)	-0,171 *** (0,0426)	-0,165 *** (0,0439)	-0,178 *** (0,0417)
L2.A_basic					0,0109 (0,0568)
LB_efficiency		0,209 * (0,117)	0,0391 (0,0784)	0,299 *** (0,105)	-0,110 (0,160)
L2.B_efficiency					0,319 * (0,164)
LC_innovation		-0,242 ** (0,108)	-0,121 * (0,0702)	-0,363 *** (0,0980)	-0,0460 (0,117)
L2.C_innovation					-0,0805 (0,0815)
_cons	-0,459 * (0,259)	-0,359 (0,231)	-0,295 (0,181)	-0,533 ** (0,256)	-0,336 (0,278)
N	318	530	424	424	424

Notas: lptf: Logaritmo natural da PTF. A_basic: Baseado em Recursos. B_efficiency: Baseado em Eficiência. C_innovation: Baseado em Inovação. _cons: constante. L representa a defasagem de um período. L2 representa a defasagem de dois períodos. Desvios-padrão estão em parênteses. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

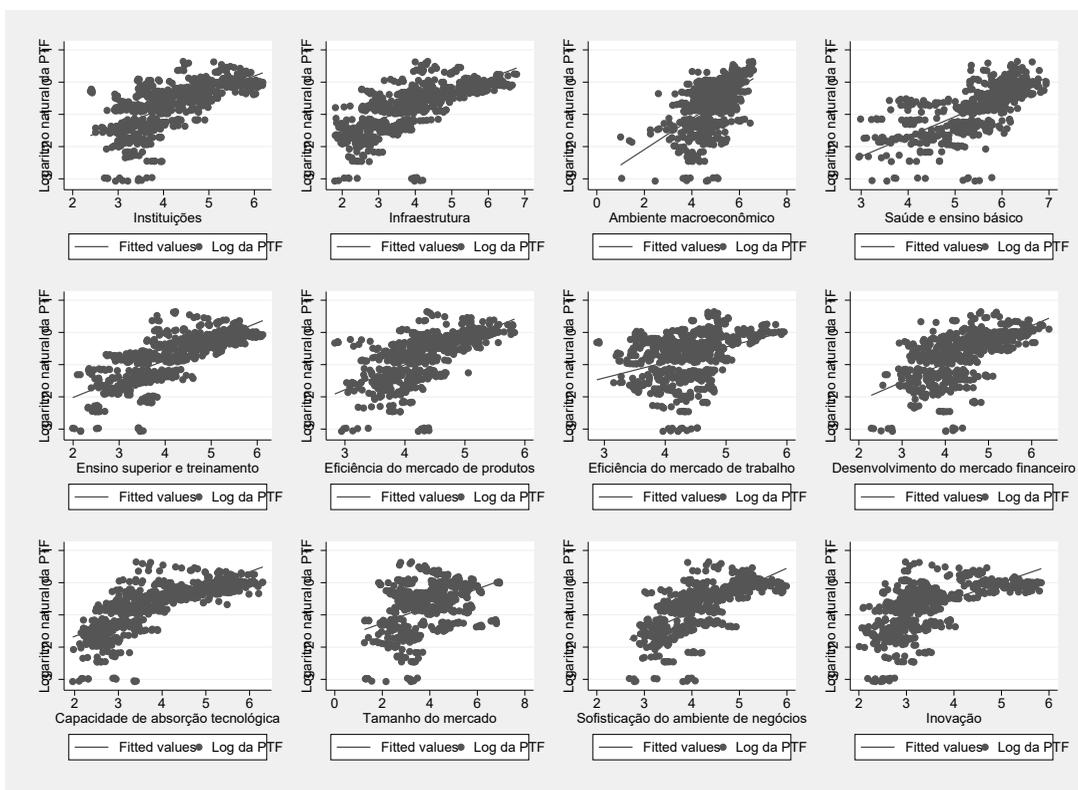
tes afetam diretamente a produtividade, por construção, enquanto que os componentes do subíndice “Baseado em Recursos” deveriam estar mais relacionados às causas da acumulação de fatores de produção. Adicionalmente, espera-se que os componentes do subíndice “Baseado em Inovação” sejam válidos no estímulo da produtividade dos países mais desenvolvidos, que representam pequena parcela da amostra utilizada.

3.3. Análise dos pilares de competitividade

A **Figura 5** mostra o gráfico de dispersão de cada um dos pilares de competitividade do índice GCI em relação à PTF. Todos os 12 pilares apresentam uma relação positiva com o logaritmo natural da PTF, conforme se depreende pelas linhas de tendência.

Como nos casos anteriores, o modelo foi estimado com o uso de variáveis instrumentais, adotando-se as próprias variáveis explicativas e dependente defasadas como instrumentos,

Figura 5. Gráfico de dispersão e linha de tendência dos pilares de competitividade do GCI e do logaritmo natural da PTF.



Nota: Correlação para período de 2006 a 2011.

Fonte: Elaboração própria com base nos dados da PTW 8.1 e do GCI.

seguindo os trabalhos de [Arellano & Bond \(1991\)](#), [Arellano & Bover \(1995\)](#) e [Blundell & Bond \(1998\)](#), conforme apresentado na [seção 2.3](#). As variáveis instrumentais adotadas em cada especificação, bem como as defasagens das variáveis utilizadas como regressores, são apresentadas na [Tabela 8](#).

Os testes de autocorrelação dos erros indicam o problema de autocorrelação somente na terceira especificação, “gmm03”, ao nível de 10% de significância. Os testes de sobre-identificação de Sargan apontam problemas com o GMM em um estágio na primeira, segunda e quarta especificação. Desse modo, os resultados mais confiáveis são o da quinta especificação: “gmm05”. De qualquer forma, os testes de Sargan apontam para a validade das estimativas em todas as especificações para o GMM em dois estágios.²⁰

Os resultados para as estimações com variáveis instrumentais são apresentados na [Tabela 9](#). Todas as especificações são estimadas por meio de um GMM de painel em dois estágios, com erro-padrão calculado de forma robusta (*WC-robust estimator*, [Windmeijer, 2005](#)). Não fo-

²⁰Os resultados dos testes estão no [Apêndice](#).



Tabela 8. Defasagens das variáveis empregadas como regressores e instrumentos, para diferentes especificações do modelo que utiliza os pilares de competitividade como variáveis explicativas.

	gmm01	gmm02	gmm03	gmm04	gmm05
<i>Defasagens das variáveis utilizadas como regressores</i>					
lptf	2	1	1	2	2
Variáveis explicativas	0	1	1	1	1
Número de instrumentos	79	118	66	114	63
<i>Instrumentos para a equação em diferenças</i>					
lptf	L(2/3)	L(3/·)	L(4/·)	L(4/·)	L(5/·)
Variáveis explicativas	L(2/3)	L(3/·)	L(4/·)	L(3/·)	L(4/·)
<i>Instrumentos para a equação em nível</i>					
lptf	·	L2D	L3D	L3D	L4D
Variáveis explicativas	·	L2D	L2D	L2D	L3D

ram apresentados os resultados das variáveis que não tiveram coeficientes estatisticamente diferentes de zero em nenhuma das especificações, ao nível de 10%, devido ao elevado número de regressores. A tabela com todos os resultados está disponível com os autores.

Analisando os coeficientes estatisticamente diferentes de zero da coluna (5), “gmm05”, da [Tabela 9](#), nota-se que o valor corrente do “ambiente macroeconômico” se mostrou significativo, com um valor estimado para o coeficiente próximo de 0,03. No entanto, a sua defasagem apresentou um efeito parecido e com sinal contrário, o que anularia o efeito contemporâneo dessa variável. O valor corrente do “desenvolvimento do mercado financeiro” apresentou coeficiente significativo, a 5% de significância, com valor de 0,0656. No entanto, a defasagem dessa variável exibiu um coeficiente negativo de 0,0538, significativa a 10%, o que leva a um efeito líquido de 0,0118. Assim, conclui-se que o aumento de um ponto nesse pilar está relacionado a um incremento de 1,2% na produtividade.

O valor corrente da “capacidade de absorção tecnológica” apresentou valor negativo. Porém, o valor positivo e significativo de sua defasagem, ao nível de 10%, aponta para um efeito nulo. Nota-se, ainda, que a primeira defasagem da produtividade apresenta um efeito próximo de 1,²¹ indicando que uma variação na produtividade em um período está relacionada a uma variação semelhante no período posterior.

Os resultados apresentados na [Tabela 9](#) mostram a falta de significância dos coeficientes estimados. Tirando as defasagens da produtividade, todos os coeficientes não são estatisticamente diferentes de zero para as segunda e quarta especificações, “gmm02” e “gmm04”, além da maior parte dos coeficientes estimados nas demais especificações estarem na mesma condição. Nas especificações “gmm03” e “gmm05”, um coeficiente estatisticamente diferente de zero tende a ser anulado pela sua defasagem. A multicolinearidade é o provável candidato

²¹ Apesar de o valor estimado do coeficiente da primeira defasagem da produtividade, $L.lptf$, ser próximo de um, [Holtz-Eakin et al. \(1988\)](#) mostram que, por causa da distribuição de amostras infinitas do estimador ser derivada para um número fixo de períodos e um número crescente de indivíduos, não há problemas de raiz unitária, enquanto [Blundell, Bond & Windmeijer \(2001\)](#) mostram que as condições de momento do estimador de sistema permanecem informativas mesmo quando o valor verdadeiro do coeficiente se aproxima de um ([StataCorp, 2011](#)).

Tabela 9. Resultados das diferentes especificações estimadas por GMM em painel com variáveis instrumentais, utilizando-se os pilares de competitividade como variáveis explicativas. Erro-padrão dos coeficientes estimado de forma robusta a heteroscedasticidade e autocorrelação.

	gmm01 (1)	gmm02 (2)	gmm03 (3)	gmm04 (4)	gmm05 (5)
L.lptf	0,4270*** (0,1210)	0,9890*** (0,0752)	0,9580*** (0,0246)	0,9600 (1,1980)	0,9750*** (0,1870)
L2.lptf	-0,1480** (0,0679)			0,0265 (1,2230)	-0,0124 (0,1800)
A02_infra	0,0011 (0,0168)	0,0039 (0,0728)	0,0419* (0,0254)	0,0051 (0,0291)	0,0314 (0,0259)
A03_macro	0,0307*** (0,0105)	0,0217 (0,1010)	0,0201 (0,0149)	0,0230 (0,1400)	0,0279* (0,0147)
A04_he_ed	0,0475*** (0,0184)	0,0126 (0,0675)	-0,0085 (0,0302)	0,0072 (0,0767)	-0,0004 (0,0358)
B08_finan	-0,0080 (0,0142)	0,0219 (0,1400)	0,0585** (0,0269)	0,0194 (0,1250)	0,0656** (0,0316)
B09_tech	-0,0368* (0,0193)	-0,0456 (0,1710)	-0,0485* (0,0284)	-0,0575 (0,0741)	-0,0599** (0,0277)
B10_m_size	-0,0718** (0,0364)	-0,0598 (0,2590)	-0,1240** (0,0513)	-0,0498 (0,1190)	-0,0688 (0,0724)
L.A03_macro		-0,0306 (0,0646)	-0,0265 (0,0177)	-0,0278 (0,0408)	-0,0313* (0,0171)
L.B08_finan		-0,0255 (0,1650)	-0,0447 (0,0295)	-0,0297 (0,0307)	-0,0538* (0,0324)
L.B09_tech		0,0314 (0,1500)	0,0464 (0,0298)	0,0329 (0,0871)	0,0544* (0,0284)
L.B10_m_size		0,0531 (0,2050)	0,1210** (0,0488)	0,0451 (0,1650)	0,0731 (0,0703)
_cons	-0,3990 (0,3060)	-0,0327 (0,4100)	-0,1780 (0,1380)	-0,0812 (0,5990)	-0,1720 (0,1220)
<i>N</i>	318	530	530	424	424

Notas: lptf: Logaritmo natural da PTF. A01_inst: Instituições. A02_infra: Infraestrutura. A03_macro: Ambiente Macroeconômico. A04_he_ed: Saúde e Ensino Básico. B05_hi_ed: Ensino Superior e Treinamento. B06_goods: Eficiência do Mercado de Produtos. B07_labor: Eficiência do Mercado de Trabalho. B08_finan: Desenvolvimento do Mercado Financeiro. B09_tech: Capacidade de Absorção Tecnológica. B10_m_size: Tamanho do Mercado. C11_soph: Sofisticação do Ambiente de Negócios. C12_innov: Inovação. _cons: constante. L representa a defasagem de um período. Desvios-padrão estão em parênteses. * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

para estes resultados, visto que o coeficiente do índice GCI é significativo, assim como o seu subíndice Baseado em Eficiência.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou investigar os determinantes da produtividade, explorando a riqueza dos dados do *Global Competitiveness Index* (GCI), juntamente com a base da PWT. Para alcançar o objetivo proposto, foram estimadas especificações distintas com mudanças nos regressores: 1) com o índice GCI; 2) com os subíndices do GCI; e 3) com os pilares de competitividade. Em todos os três casos analisados, o teste de Hausman indicou a presença de heterogeneidade não observada e correlacionada com os regressores, confirmando a importância de se considerar o



efeito fixo nas regressões, conclusão similar à encontrada por Danquah et al. (2014). Além disso, nos três casos, os regressores mostraram evidências de endogeneidade, uma vez que o teste de Sargan para a validade das condições de momento foi rejeitado, ao nível de 1%, quando as variáveis explicativas foram tratadas como exógenas.

Analisando os resultados do modelo que utiliza os pilares de competitividade, o “desenvolvimento do mercado financeiro” apresentou um impacto positivo sobre a PTF. No entanto, os efeitos líquidos dos demais pilares foram zero o próximos disso, indicando que o problema da multicolinearidade influenciou na significância dos coeficientes estimados por inflar o cálculo da variância. Para as estimativas com os subíndices do GCI como variáveis explicativas, os resultados indicam para a importância do “Baseado em Eficiência”, o que faz sentido visto que o subíndice é composto por elementos que afetam diretamente a produtividade dos países que se encontram em estágio intermediário de desenvolvimento, enquanto o “Baseado em Recursos” deveria afetar mais a acumulação de fatores de produção e o “Baseado em Inovação” a produtividade dos países mais desenvolvidos, que é a menor parte da amostra. Utilizando apenas o índice GCI como regressor, os resultados apontam que um aumento em uma unidade do índice leva à um crescimento líquido na produtividade entre 12 e 21%. Finalmente, os coeficientes estimados da defasagem da produtividade mostram uma grande inércia nesta variável, indicando que políticas que aumentem a produtividade tendem a ter um grande efeito ao longo do tempo.

Como o próprio Fórum Econômico Mundial construiu o GCI com pesos diferentes de acordo com o nível de desenvolvimento dos países, um próximo passo para pesquisa nesta linha seria mensurar se os pilares possuem efeitos diferentes de acordo com o nível de desenvolvimento dos países, o que serviria para validar a utilização dos pesos na construção do índice de competitividade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acemoglu, D. (2008). *Introduction to modern economic growth*. Princeton University Press.
- Adamkiewicz, H. G., & Kot, S. M. (2014). How does international competitiveness affect economic development? A two-phase hypothesis. *Optimum Economic Studies*, 71(5), 30–37.
- Amar, M. B., & Hamdi, M. T. (2012). Global competitiveness and economic growth: Empirical verification for African countries. *International Journal of Economics and Finance*, 4(6), 125.
- Anderson, T. W., & Hsiao, C. (1981). Estimation of dynamic models with error components. *Journal of the American Statistical Association*, 76(375), 598–606.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297. doi: [10.2307/2297968](https://doi.org/10.2307/2297968)
- Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29–51.

- Arruda, C. A., Araújo, M. S. B., Rios, J. F. & Silveira, F. P. (2009). A relação entre crescimento econômico e competitividade: Um estudo sobre a capacidade de previsão do Global Competitiveness Report. *Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos*, 6(4), 285–298.
- Barbosa Filho, F. H., & Pessôa, S. A. (2014). Pessoal ocupado e jornada de trabalho: Uma releitura da evolução da produtividade no Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, 68(2), 149–169. doi: 10.1590/S0034-71402014000200001
- Barbosa Filho, F. H., Pessôa, S. A. & Veloso, F. A. (2010). Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano – 1992–2007. *Revista Brasileira de Economia*, 64(2), 91–113. doi: 10.1590/S0034-71402010000200002
- Barro, R. J., & Lee, J. W. (2013). A new data set of educational attainment in the world, 1950–2010. *Journal of Development Economics*, 104, 184–198.
- Benhabib, J., & Spiegel, M. M. (1994). The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics*, 34(2), 143–173.
- Benhabib, J., & Spiegel, M. M. (2005). Human capital and technology diffusion. In P. Aghion & S. N. Durlauf (Eds.), *Handbook of economic growth* (Vols. 1, Part A, pp. 935–966). Elsevier. doi: 10.1016/S1574-0684(05)01013-0
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115–143.
- Blundell, R., Bond, S. & Windmeijer, F. (2001). Estimation in dynamic panel data models: Improving on the performance of the standard GMM estimator [Advances in Econometrics, Volume 15]. In B. H. Baltagi, T. B. Fomby & R. C. Hill (Eds.), *Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels* (pp. 53–91). Emerald Group.
- Bonelli, R., & Levy, P. M. (2010). Determinantes do crescimento econômico do Espírito Santo: Uma análise de longo prazo. In A. P. V. J. Vescovi & R. Bonelli (Eds.), *Espírito Santo: Instituições, desenvolvimento e inclusão social* (pp. 67–95). Vitória, ES: Instituto Jones dos Santos Neves.
- Buccirossi, P., Ciari, L., Duso, T., Spagnolo, G. & Vitale, C. (2013). Competition policy and productivity growth: An empirical assessment. *Review of Economics and Statistics*, 95(4), 1324–1336.
- Caselli, F. (2005). Accounting for cross-country income differences. In P. Aghion & S. Durlauf (Eds.), *Handbook of economic growth* (vol. 1) (Vol. 1, pp. 679–741). Elsevier.
- Danquah, M., Moral-Benito, E. & Ouattara, B. (2014). TFP growth and its determinants: A model averaging approach. *Empirical Economics*, 47(1), 227–251.
- Deaton, A., & Heston, A. (2010). Understanding PPPs and PPP-based national accounts. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2(4), 1–35.
- De Negri, F., & Cavalcante, L. R. (2014). Os dilemas e os desafios da produtividade no Brasil. In F. De Negri & L. R. Cavalcante (Eds.), *Produtividade no Brasil: Desempenho e determinantes* (Vol. 1, pp. 15–51). Brasília: IPEA. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/produtividade_no_brasil_miolo_cap01.pdf
- Feenstra, R. C., Inklaar, R. & Timmer, M. P. (2015). The next generation of the penn world table. *American Economic Review*, 105(10), 3150–3182.



- Ferreira, P. C. (2010, maio). *Eficiência e produtividade total dos fatores em Minas Gerais* (Ensaio Economicos da EPGE Nº 705). Rio de Janeiro: FGV/EPGE – Escola Brasileira de Economia e Finanças, Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/fgv/epgewp/705.html>
- Ferreira, P. C., Ellery Jr., R. & Gomes, V. (2008). Produtividade agregada brasileira (1970–2000): Declínio robusto e fraca recuperação. *Estudos Econômicos*, 38(1), 31–53.
- Figueiredo, L., & Nakabashi, L. (2016). The relative importance of total factor productivity and factors of production in income per worker: Evidence from the Brazilian states. *Economia*, 17, 159–175.
- Gomes, V., Pessôa, S. & Veloso, F. (2003). Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: Uma análise comparativa. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 33(3), 389–434.
- Hall, R. E., & Jones, C. I. (1999). Why do some countries produce so much more output per worker than others? *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83–116.
- Holtz-Eakin, D., Newey, W. & Rosen, H. S. (1988). Estimating vector autoregressions with panel data. *Econometrica*(6), 1371–1395. doi: 10.2307/1913103
- Hsieh, C.-T., & Klenow, P.J. (2010). Development accounting. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2(1), 207–223.
- IMF – International Monetary Fund. (2015, outubro). *World economic outlook: Adjusting to lower commodity prices* (A survey by the staff of the IMF). Washington, DC: IMF. Disponível em: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/02/pdf/text.pdf>
- Isaksson, A. (2007, julho). *Determinants of total factor productivity: A literature review* (Staff Working Paper Nº 02/2007). Vienna: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Disponível em: <https://open.unido.org/api/documents/4812034/download/UNIDO-Publication-2007-4812034>
- Islam, N. (1995). Growth empirics: A panel data approach. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(4), 1127–1170.
- Jacinto, P. d. A., & Ribeiro, E. P. (2015). Crescimento da produtividade no setor de serviços e da indústria no Brasil: Dinâmica e heterogeneidade. *Economia Aplicada*, 19(3), 401–427.
- Kneller, R., & Stevens, P. A. (2006). Frontier technology and absorptive capacity: Evidence from OECD manufacturing industries. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68(1), 1–21.
- Kordalska, A., & Olczyk, M. (2015, abril). *Global competitiveness and economic growth: A one-way or two-way relationship?* (Working Paper Nº 63/2015). Torun, Poland: Institute of Economic Research and Polish Economic Society Branch in Torun. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/pes/wpaper/2015no63.html>
- Kumar, K. T. (1975). Multicollinearity in regression analysis. *The Review of Economics and Statistics*, 57(3), 365–66.
- Mankiw, N. G., Romer, D. & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437.

- Mawson, P., Carlaw, K. & McClellan, N. (2003). *Productivity measurement: Alternative approaches and estimates* (New Zealand Treasury Working Paper N° 03/12). Wellington: New Zealand Treasury. Disponível em: <https://treasury.govt.nz/sites/default/files/2007-09/twp03-12.pdf>
- Miller, S. M., & Upadhyay, M. P. (2000). The effects of openness, trade orientation, and human capital on total factor productivity. *Journal of Development Economics*, 63(2), 399–423.
- Mincer, J. (1974). *Schooling, experience, and earnings* [Human Behavior and Social Institutions, no. 2]. New York: National Bureau of Economic Research.
- Sala-I-Martin, X., & Artadi, E. V. (2004). The Global Competitiveness Index. In M. Porter, K. Schwab, X. S. i Martin & A. López-Claros (Eds.), *The Global Competitiveness Report 2004-2005* (pp. 51–80). Palgrave Macmillan.
- Sala-I-Martin, X., Crotti, R., Di Battista, A., Hanouz, M. D., Galvan, C., Geiger, T. & Marti, G. (2015). Drivers of long-run prosperity: Laying the foundations for an updated Global Competitiveness Index. In K. Schwab (Ed.), *The Global Competitiveness Report 2015-2016* (pp. 43–74). Geneva: World Economic Forum. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global_Competitiveness_Report_2015-2016.pdf
- Schumpeter, J. A. (2013). *Capitalism, socialism and democracy*. Routledge.
- Schwab, K. (Ed.). (2014). *The global competitiveness report 2014–2015* (Insight Report). Geneva: World Economic Forum. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf
- Schwab, K. (Ed.). (2015). *The global competitiveness report 2015–2016* (Insight Report). Geneva: World Economic Forum. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/gcr/2015-2016/Global_Competitiveness_Report_2015-2016.pdf
- Smith, A. (1776). *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70, 65–94.
- StataCorp LP. (2011). *Stata longitudinal-data/panel-data reference manual – release 12*. College Station, TX: Stata Press.
- Swan, T. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32(2), 334–361.
- The Economist. (2016, 2 de janeiro). Brazil's fall. *The Economist*, January 2nd–8th, página 7. Disponível em: <http://www.economist.com/news/leaders/21684779-disaster-looms-latin-americas-biggest-economy-brazils-fall>
- Vandenbussche, J., Aghion, P. & Meghir, C. (2006). Growth, distance to frontier and composition of human capital. *Journal of Economic Growth*, 11(2), 97–127.
- Windmeijer, F. (2005). A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators. *Journal of Econometrics*, 126(1), 25–51.
- Xia, R., Liang, T., Zhang, Y. & Wu, S. (2012). Is global competitive index a good standard to measure economic growth? A suggestion for improvement. *International Journal of Services and Standards*, 8(1), 45–57.



APÊNDICE. TESTES DE AUTOCORRELAÇÃO DOS ERROS E DE SARGAN DE SOBRE-IDENTIFICAÇÃO

Tabela A-1. Testes de Sargan de sobreidentificação e teste de Arellano-Bond de autocorrelação sobre a primeira diferença dos erros, para diferentes especificações do modelo que utiliza o índice GCI como variável explicativa.

	gmm01	gmm02	gmm03	gmm04	gmm05
<i>Teste de Sargan com GMM em um estágio</i>					
chi2	34,89	17,43	26,11	8,69	17,189
p-valor chi2	0,0025	0,0148	0,0036	0,033	0,0042
<i>Teste de Sargan com GMM em dois estágios</i>					
chi2	24,17	12,08	12,77	3,292	10,4
p-valor chi2	0,0621	0,0976	0,2366	0,3488	0,0646
<i>Teste de Arellano-Bond para ausência de autocorrelação</i>					
ordem 1	0,0008	0,0139	0,0182	0,1376	0,4136
ordem 2	0,0506	0,1756	0,5615	0,3816	0,5269
ordem 3	0,4148	0,534	.	.	.

Tabela A-2. Testes de Sargan de sobreidentificação e teste de Arellano-Bond de autocorrelação sobre a primeira diferença dos erros, para diferentes especificações do modelo que utiliza os subíndices do GCI como variáveis explicativas.

	gmm01	gmm02	gmm03	gmm04	gmm05
<i>Teste de Sargan com GMM em um estágio</i>					
chi2	58,03	14,94	40,31	5,94	12,64
p-valor chi2	0	0,3107	0,0198	0,7453	0,5547
<i>Teste de Sargan com GMM em dois estágios</i>					
chi2	38,30	22,39	31,95	3,84	13,13
p-valor chi2	0,0053	0,0495	0,1282	0,9216	0,5160
<i>Teste de Arellano-Bond para ausência de autocorrelação</i>					
ordem 1	0,0042	0,0028	0,0087	0,0271	0,0001
ordem 2	0,3262	0,0014	0,1716	0,0068	0,7171
ordem 3	.	0,1489	.	.	.

Tabela A-3. Testes de Sargan de sobreidentificação e teste de Arellano-Bond de autocorrelação sobre a primeira diferença dos erros, para diferentes especificações do modelo que utiliza os pilares de competitividade como variáveis explicativas.

	gmm01	gmm02	gmm03	gmm04	gmm05
<i>Teste de Sargan com GMM em um estágio</i>					
chi2	102,2012	111,9062	16,1947	108,3943	23,6047
p-valor chi2	0,0017	0,0776	0,9997	0,06	0,9443
<i>Teste de Sargan com GMM em dois estágios</i>					
chi2	62,2030	66,0701	34,4659	67,3025	30,4773
p-valor chi2	0,5403	0,9811	0,7171	0,942	0,7283
<i>Teste de Arellano-Bond para ausência de autocorrelação</i>					
ordem 1	0,0233	0,1887	0,0003	0,4358	0,0057
ordem 2	0,5102	0,6159	0,098	0,9292	0,4139
ordem 3	.	0,6396	0,0523	.	.