

Produtividade, produção e comércio internacional: avaliando o setor de telecomunicações nas principais economias mundiais entre 2000 e 2014¹

Admir Antonio Betarelli Junior♦♦

Weslem Rodrigues Faria♦♦

Fernando Salgueiro Perobelli♦♦

Rosa Livia Gonçalves Montenegro♦♦

Luiz Carlos de Santana Ribeiro

Resumo

Nas últimas duas décadas, as novas tecnologias e o rápido crescimento do setor de telecomunicações alteraram as relações de produção e de comércio em sistemas econômicos cada vez mais fragmentados e integrados globalmente. A dependência regional pelo nível de produtividade, oferta e demanda das telecomunicações aumentou em todo o mundo. Dessa maneira, este artigo analisa as variações da produtividade total dos fatores (PTF) das telecomunicações e verifica a importância relativa do setor no mundo e nos principais sistemas produtivos entre 2000 e 2014. Para tanto, aplicamos a técnica de decomposição da PTF e de extração hipotética em um sistema inter-regional de insumo-produto. Os resultados conclusivos sinalizam que as melhorias de eficiência técnica resultaram em ganhos de PTF na maioria dos países desenvolvidos, cujas variações positivas foram inferiores as das telecomunicações brasileiras, que exibem uma baixa relação capital-trabalho. Na China, a forte expansão do setor ocorre mesmo com perdas de PTF ao longo do período. Além disso, a dependência do produto mundial e das economias internacionais é, em sua grande maioria, mais sensível à oferta do que a demanda das telecomunicações. Ainda que os principais efeitos sobre o produto regional sejam intrarregionais, foi observada forte interdependência inter-regional com relação à demanda e à oferta de telecomunicações.

Palavras-chave: Telecomunicações; produtividade; regiões mundiais; insumo-produto.

Abstract

In the last two decades, new technologies and the rapid growth of the telecommunications sector have been changing production and trade relations in world economic systems. Regional dependence on the level of productivity, supply and demand of telecommunications has increased worldwide. Thus, our study analyzes the changes in total factor productivity (TFP) of telecommunications and verifies its global and regional importance between 2000 and 2014. We apply the TFP decomposition and extraction technique in an interregional input-output system. The main findings suggest which improved efficiency have resulted in TFP gains in developed countries, whose variations were lower than those of Brazilian telecommunications, which exhibit a low capital-labor ratio. In China, the strong expansion of the sector occurs even with losses of TFP over the period. Moreover, dependence on world output and international economies is, for the most part, more sensitive to supply than the demand for telecommunications. Although the main effects on the regional product are intraregional, a strong interregional interdependence was observed regarding the demand and supply of telecommunications.

Keywords: Telecommunications; productivity; world regions; input-output.

Área ANPEC: Área 7 - Economia Internacional

JEL classification: D24, D57, F60, L96, P40.

¹ Os autores agradecem à Fapemig, CAPES e CNPq pelo apoio financeiro.

♦♦ Professores do Programa de Pós-Graduação (PPGE), Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Professor Adjunto da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

1 Introdução

A década de 1990 foi marcada por transformações no setor de telecomunicações, ampliando, descentralizando e difundindo regionalmente a oferta deste tipo de serviço no mundo. Medidas de liberalização comercial, políticas de privatizações e mudanças tecnológicas no setor foram os principais fatores influentes para a rápida expansão das telecomunicações, o que, por consequência, alterou a estrutura de comércio e de produção global (Heber & Fischer, 1997; Inklaar & Timmer, 2007; Pun Lee Lam & Shiu, 2010; Los, Timmer, & de Vries, 2015; Silva & Perobelli, 2018). As novas tecnologias com o desenvolvimento de satélite, fibra ótica, circuitos eletrônicos digitais, tecnologia móvel e *Internet* viabilizaram, facilitaram e ampliaram a comunicação e o intercâmbio de informações. Esses avanços tecnológicos estreitaram, pois, os horizontes temporais e aumentaram a cobertura espacial da tomada de decisões pública e privada, favorecendo a fragmentação global dos processos produtivos² e a integração comercial e produtiva das economias mundiais (Athreye & Cantwell, 2007; Krammer, 2014; Lam & Shiu, 2010; Mallidis, Dekker & Vlachos, 2012). Emerge-se uma relação mútua. Enquanto os serviços de telecomunicações com suas novas tecnologias intensificam a fragmentação produtiva em todo o mundo, as mesmas também são moldadas pela crescente globalização produtiva e expansão do comércio internacional.

Em geral, empresas de setores de alta tecnologia e de negócios tornaram-se mais dependentes dos serviços de telecomunicações para serem mais competitivas diante da internacionalização da produção e consumo (Colecchia & Schreyer, 2002; Inklaar & Timmer, 2007). Nessa nova ordem mundial com um ritmo acelerado de mudança (The World Trade Organization, 2011), flutuações nos níveis de produtividade dos fatores primários e eficiência produtiva na atividade de telecomunicações passaram a influenciar as relativas tendências competitivas das regiões econômicas no comércio internacional. Existem evidências empíricas de que o desenvolvimento de telecomunicações móveis é uma importante força motriz do crescimento econômico global nos últimos anos (Chakraborty & Nandi, 2011; Lam & Shiu, 2010; Nadiri, Nandi & Akoz, 2018). Desde a década de 1990 a difusão dos serviços de telecomunicações móveis melhorou a eficiência e a produtividade do setor, e também atraiu investimentos privados (investimento nacional e estrangeiro) para o setor de telecomunicações (Gruber & Verboven, 2001; Heber & Fischer, 1997; Jha & Majumdar, 1999). Países desenvolvidos e em desenvolvimento vêm direcionando instrumentos de política que possam fomentar a ampliação e modernização das telecomunicações em território nacional (Datta & Mbarika, 2006; Dimelis & Papaioannou, 2011; Dvornik & Sabolić, 2007; Koszerek, Havik, Morrow, Roger, & Schonborn, 2007; Pradhan, Arvin, Nair, Mittal, & Norman, 2017). Dessa maneira, o mundo passou a ver a informação tomar lugar semelhante à da energia como um importante insumo diante dos avanços e difusão das tecnologias de microeletrônica e de telecomunicação (Werthein, 2000).

O crescimento das telecomunicações no período pós-reforma em muitos países deve ter alterado a composição regional da oferta mundial desse tipo de serviço, mas há dúvidas quanto às variações da produtividade deste setor. Os resultados de estudos empíricos, embora possam captar a relação entre telecomunicações e crescimento econômico (Gruber, 2001; Inklaar & Timmer, 2007; Lam & Shiu, 2010; Nadiri, Nandi, & Akoz, 2018), além dos efeitos das reformas sobre a produtividade do setor em muitos países (Inklaar & Timmer, 2007; Pun Lee Lam & Shiu, 2010), não apontam as razões pelas quais ocorrem variações de produtividade das telecomunicações dentro de certos sistemas econômicos mundiais, especialmente em termos de eficiência produtiva e produtividade dos fatores primários em até anos mais recentes. Após o período das reformas, alguns estudos procuram medir as flutuações da produtividade total dos fatores (PTF) do setor para diversos países em uma abordagem econométrica ou por uma análise envoltória de dados (DEA) (Kang, 2009; Lam & Shiu, 2008; Lam & Lam, 2005; Lien & Peng, 2001; Resende, 2008). Entretanto, as análises dessas pesquisas desconsideram as relações de compra de insumos domésticos e importados na estrutura de custo do setor em um sistema interdependente de regiões mundiais, que são assimétricas e mutáveis ao longo dos anos com distintos estágios de

² Originando conceito de cadeias globais de valor (CGV), um sistema produtivo organizado em etapas sequenciais (Los et al., 2015).

desenvolvimento. Além disso, as evidências empíricas não apontam a importância relativa das telecomunicações nas produções das economias mundiais, especialmente quando a mesma é explorada a partir dos canais diretos e indiretos dos elos de produção e comércio internacional estabelecidos nos sistemas econômicos. Em outras palavras, pouco se conhece da dependência mundial e regional sobre a oferta e demanda da atividade de telecomunicações em um mundo crescentemente globalizado e integrado com mudanças nos padrões de comércio e produção. Espera-se que com o crescimento das telecomunicações e alteração na sua composição regional de oferta no mundo, além das mudanças nas estruturas de produção e do comércio internacional, essa dependência pelo setor tenha se modificado e, em alguns casos, de forma mais ou menos intensiva.

Este artigo destina-se a preencher essas duas lacunas centrais, isto é, o estudo realiza uma análise comparativa sobre a PTF das telecomunicações e verifica a importância relativa do setor no mundo e nos principais sistemas produtivos. Para tanto, utilizamos as técnicas de decomposição da PTF e de extração hipotética a partir de matrizes inter-regionais de insumo-produto, disponíveis anualmente entre 2000 e 2014, compreendendo o período pós reforma do setor. As análises são realizadas para as oito maiores economias produtoras de telecomunicações. Além dessa seção introdutória, esse artigo se organiza em mais cinco seções. A segunda seção apresenta alguns dos trabalhos aplicados que versam sobre a relação entre telecomunicações e economia. A terceira seção descreve sobre a estratégia empírica, dividida em duas etapas, abordando sequencialmente as duas técnicas do modelo de insumo-produto. Por sua vez, a quarta seção traz as discussões acerca dos resultados de decomposição da PTF nas telecomunicações mundiais e da importância relativa do setor considerando padrões de produção e comércio diferenciados. Por fim, a sexta seção apresenta as considerações finais da pesquisa, salientando os principais resultados conclusivos.

2 Estudos sobre a produtividade e os efeitos das telecomunicações

Após as privatizações e demais avanços tecnológicos da década de 1980 até 2017, os serviços se diversificaram ainda mais, passando a incluir telefonia celular, *internet*, TV por assinatura e outros serviços especializados em telecomunicação a partir de múltiplas plataformas e tecnologias, proporcionando rapidez e agilidade no envio e recebimento de áudio, dados, texto e vídeo em tempo real e para praticamente qualquer lugar. Essas novas tecnologias nas telecomunicações, como circuitos eletrônicos digitais e da rede mundial de computadores (*internet*), vêm afetando os padrões de produção e de comércio no mundo. A literatura sobre a relação entre as telecomunicações e economia é ampla e a abordagem subdivide-se principalmente entre avaliações de investimentos de infraestrutura, de produtividade e de efeitos econômicos em um determinado país ou em um conjunto de regiões mundiais. Para tanto, os estudos geralmente utilizam modelos econométricos em uma análise de equilíbrio parcial ou algum método de decomposição dos fatores que determinam a diferença do PIB per capita e do crescimento econômico. Para modelos de insumo-produto e de equilíbrio geral computável (EGC) a avaliação é alinhada para a identificação dos principais canais intersetoriais do sistema econômico.

Na abordagem econométrica, algumas pesquisas aplicadas comumente comparam as telecomunicações entre países pela ótica do investimento – e.g. Aschauer (1989) e Cronin *et al.* (1993) – ou a partir de dados da densidade de telefones – fixo e celular – e conexão de banda larga – fixa e móvel – e.g. Sridhar e Sridhar (2009). Chakraborty & Nandi (2011) verificaram o impacto dos investimentos em infraestrutura de telecomunicações para 93 países em desenvolvimento da Ásia, Europa África e América Latina, de 1985 a 2007. A pesquisa dos autores indicou também a relação bidirecional entre o crescimento das telecomunicações e o crescimento econômico. No entanto, quanto menos desenvolvido for a economia, maior seria o efeito. Utilizando dados setoriais para as indústrias dos Estados Unidos e da União Europeia no período de 1980-2000, Dimelis & Papaioannou (2011) avaliaram o impacto do crescimento das tecnologias da informação e da comunicação (TIC) com dados em painel em um sistema GMM. Latif et al. (2018) exploraram a relação dinâmica entre TIC, investimento direto estrangeiro (IDE) e crescimento econômico incorporando comércio e globalização para as economias dos BRICS no período 2000-2014.

Outros estudos procuraram avaliar a importância das telecomunicações sobre o nível de produtividade de diferentes países, especialmente após o crescimento das telecomunicações móveis (Gruber, 2001; Inklaar & Timmer, 2007; Lam & Shiu, 2010; Nadiri, Nandi, & Akoz, 2018). Lam & Shiu (2010), por exemplo, avaliaram o cenário do setor de telecomunicações em mais de 100 países de todas as regiões do mundo após o ano de 1998, período de grandes reformas no setor (novas tecnologias, aberturas de mercado e privatizações). Os resultados indicaram a presença de uma relação bidirecional entre o crescimento real do PIB e do desenvolvimento do setor de telecomunicações (medido segundo a densidade de assinantes de linhas fixas e móveis para cada 100 habitantes) em países europeus e países de alta renda. Concluíram também que em países onde o setor operava em plena competição e privatizado tendiam a apresentar maior PTF. De maneira mais estrita, Niebel (2018) analisou os efeitos da produtividade das tecnologias de informação e comunicação (TIC) sobre o crescimento econômico de países em desenvolvimento, emergentes e desenvolvidos. Com um enfoque semelhante, Jung, Na & Yoon (2013) testaram se a convergência tecnológica tem sido a principal força motriz do recente aumento de produtividade na Coreia, levando em conta o efeito das TICs sobre a PTF.

Por outro lado, pesquisas aplicadas vêm recorrendo aos modelos de insumo-produto para avaliar a importância relativa do setor de telecomunicações mediante ao uso de análises de coeficientes ou de mudanças estruturais ocorridas no setor ao longo de um período selecionado para um conjunto de países. Rohman (2013), por exemplo, analisou a importância dos setores de TIC para o desempenho econômico nas economias europeias, comparando tal desempenho em dois intervalos temporais (2000-2005; 1995-2000). Similarmente, Rohman & Bohlin (2014) avaliaram o papel das telecomunicações na Indonésia entre 1975 e 2008, comparando as mudanças estruturais ocorridas no setor de telecomunicações entre as épocas pré e pós-celular. O estudo de Hong, Byun, & Kim (2016) aplicou uma decomposição estrutural de insumo-produto para analisar a atividade de TIC na Coreia do Sul entre 1995 e 2009 em termos de mudanças estruturais e fatores de crescimento do setor. Inklaar & Timmer (2007) realizaram uma análise exploratória sobre medidas setoriais com o objetivo de comparar as produtividades setoriais entre sete economias de alta renda, destacando as mudanças no setor de TIC. Os seus resultados indicaram que os níveis de produtividade eram relativamente semelhantes nos países europeus e anglo-saxônicos, mas havia diferenças nas estruturas de produção.

De forma distinta ao estudo de Inklaar & Timmer (2007), o presente artigo avalia e compara a variação da eficiência e da produtividade dos fatores primários nas telecomunicações em sistemas econômicos inter-regionais. Diferentemente de Lam & Shiu (2010), o nosso artigo é mais abrangente e identifica os fatores que promoveram variações da PTF a partir do próprio processo produtivo das telecomunicações. Os resultados alcançados podem evidenciar as diferenças estruturais entre as regiões mundiais, tanto provenientes e transmitidos do mercado interno quanto do externo. Dessa maneira, esperamos que os resultados conclusivos desta pesquisa possam complementar os achados de Lam & Shiu (2010) e Chakraborty & Nandi (2011), ao apontar se a expansão da oferta dos serviços de telecomunicações estaria associada aos ganhos de PTF e se os efeitos seriam relativamente maiores em países em desenvolvimento.

3 Estratégia metodológica

A análise do papel do setor de telecomunicações nas principais economias mundiais procede em duas etapas sucessivas. Na primeira, aplica-se a técnica de decomposição da PTF no setor de telecomunicações das regiões econômicas. Em seguida, utiliza-se a técnica de extração hipotética em uma abordagem inter-regional de insumo-produto. Essa articulação metodológica permite realizar uma análise mais detalhada da eficiência do setor ao longo dos anos, bem como a sua importância relativa no mundo e nas principais economias mundiais considerando as suas estruturas de produção e de comércio.

3.1 Produtividade total de fatores (PTF)

A produtividade total dos fatores (PTF) é definida como o crescimento total do produto não atribuído ao aumento dos insumos. Conforme o método de Miller e Blair (2009), pode-se definir o produto (x_j) como:

$$x_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}x_j + v_jx_j = \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} + v_j \right) x_j \quad (1)$$

onde a_{ij} é o coeficiente técnico de produção, tal que $a_{ij}x_j$ denota o uso do insumo i na produção do setor j ; e v_j representa o coeficiente do valor adicionado. Diferenciando a equação (1):

$$dx_j = d \left[\left(\sum_{i=1}^n a_{ij} + v_j \right) x_j \right] = \left[\left(\sum_{i=1}^n a_{ij} + v_j \right) dx_j \right] + \left(\sum_{i=1}^n da_{ij} + dv_j \right) x_j \quad (2)$$

Desse modo, a taxa de crescimento da PTF, τ_j , passa a ser definida pela variação da produção do setor no período, ou seja:

$$\tau_j = - \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} + v_j \right) dx_j \quad (3)$$

Se o valor for negativo para τ_j , verifica-se um declínio da produtividade. Ademais, a partir das equações (2) e (3) é possível expressá-las em forma de diferença-finita para dois períodos sequenciais, $t = 0,1$, tal que $dx_j \cong \Delta x_j = x_j^1 - x_j^0$, $da_{ij} \cong \Delta a_{ij} = a_{ij}^1 - a_{ij}^0$ e $dv_j \cong \Delta v_j = v_j^1 - v_j^0$:

$$x_j^1 - x_j^0 = \Delta x_j = \Delta \left[\left(\sum_{i=1}^n a_{ij} + v_j \right) x_j \right] = \left[\left(\sum_{i=1}^n a_{ij} + v_j \right) \Delta x_j \right] + \left(\sum_{i=1}^n \Delta a_{ij} + \Delta v_j \right) x_j \quad (4)$$

Portanto, a forma de diferença-finita da equação (3) torna-se:

$$\tau_j = - \left(\sum_{i=1}^n a_{ij} + v_j \right) \Delta x_j \quad (5)$$

ou em termos matriciais:

$$\boldsymbol{\tau} = - [(\mathbf{i}'\Delta\mathbf{A})' + \Delta\mathbf{v}] = \left[\left(\sum_{i=1}^n a_{ij} + v_j \right) \Delta x_j \right] \quad (6)$$

onde $\mathbf{A} = [a_{ij}]$ é a matriz de Coeficientes Tecnológicos, $\mathbf{v} = [v_j]$ é um vetor de coeficientes estruturais do valor adicionado e \mathbf{i} denota um vetor coluna de 1. A taxa de mudança relativa de produtividade para um produto inicial é decomposto em duas partes: uma de “eficiência”, $(\mathbf{i}'\Delta\mathbf{A})'$, e outra dos fatores de produção, $\Delta\mathbf{v}$. Dessa maneira, torna-se possível distinguir a parte da mudança do produto atribuída aos ganhos de eficiência pelo uso dos insumos intermediários (tecnológicos) e a parte que pode ser atribuída aos fatores de produção.

3.2 Extração hipotética

A abordagem de extração hipotética tem por objetivo avaliar a importância relativa de um setor ou região sobre a produção da economia (Miller & Blair, 2009). No caso deste artigo, o objetivo é verificar os efeitos sobre a produção a partir da extração do setor de Telecomunicações das regiões consideradas. Como é utilizado um modelo de insumo-produto inter-regional, procedeu-se a extração do setor em cada região, uma por vez. Tal estratégia permite a obtenção do efeito não apenas sobre o produto do sistema econômico quando o setor de uma região específica é removido, mas também sobre o produto da mesma região que teve o setor extraído e sobre o produto das demais regiões, separadamente.

O procedimento aplicado consistiu na extração dos fluxos de insumos intermediários desse setor das regiões. Inicialmente, foi retirado o fluxo desse setor relativo às suas compras de outros setores. Essa extração permite verificar os efeitos de ligação para trás sobre o potencial do produto da economia. Em seguida, foi retirado o fluxo desse setor relativo às suas vendas para outros setores. Essa extração permite verificar os efeitos de ligação para frente sobre o potencial do produto da economia. Percebe-se que tal método fornece indicativos sobre a estrutura de dependência relativa da economia com relação às compras (demanda) e às vendas (oferta) (Miller & Lahr, 2001).

A seguir são apresentados os principais aspectos metodológicos do método de extração aplicado neste artigo. A descrição foi realizada considerando a abordagem inter-regional de insumo-produto, diferindo-se dos procedimentos apresentados por Dietzenbacher, Van Der Linden & Steenge (1993) e Perobelli, Haddad & Domingues (2009) sobre o método de extração regional. Supondo uma economia com 2 regiões, L e M , e n setores em cada região, o modelo de insumo-produto pode ser representado, em notação matricial, como:³

$$\mathbf{x} = \mathbf{Z} + \mathbf{f} \quad (7)$$

em que $\mathbf{x}' = [\mathbf{x}^L \quad \mathbf{x}^M]$ é o vetor de produção setorial; $\mathbf{f}' = [\mathbf{f}^L \quad \mathbf{f}^M]$ corresponde à matriz de demanda final;⁴

ambas as matrizes particionadas por regiões L e M ; e $\mathbf{Z} = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}^{LL} & \mathbf{Z}^{LM} \\ \mathbf{Z}^{ML} & \mathbf{Z}^{MM} \end{bmatrix}$ refere-se à matriz de consumo

intermediário de maneira que as submatrizes \mathbf{Z}^{LM} e \mathbf{Z}^{ML} representam os fluxos inter-regionais, as submatrizes \mathbf{Z}^{LL} e \mathbf{Z}^{MM} representam os fluxos intra-regionais.

A matriz de Coeficientes Tecnológicos é definida por $\mathbf{A} = \mathbf{Z}(\hat{\mathbf{x}})^{-1}$, em que $\hat{\mathbf{x}}$ é o vetor de produto diagonalizado. Com isso, pode-se reescrever a equação (7) como:

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{f} \quad (8)$$

De outra forma:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} = \mathbf{f} \quad (9)$$

sendo \mathbf{I} a matriz identidade. A partir da equação (9), observa-se que:

$$\left\{ \begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{I} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \mathbf{A}^{LL} & \mathbf{A}^{LM} \\ \mathbf{A}^{ML} & \mathbf{A}^{MM} \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} \mathbf{x}^L \\ \mathbf{x}^M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{f}^L \\ \mathbf{f}^M \end{bmatrix} \quad (10)$$

Assim:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A}^{LL})\mathbf{x}^L - \mathbf{A}^{LM}\mathbf{x}^M = \mathbf{f}^L \quad (11)$$

$$-\mathbf{A}^{ML}\mathbf{x}^L + (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{MM})\mathbf{x}^M = \mathbf{f}^M \quad (12)$$

Resolvendo a equação (9), tem-se que:

$$\mathbf{x} = \mathbf{B}\mathbf{f} \quad (13)$$

em que $\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ é a matriz Inversa de Leontief. Assumindo que $\Delta\mathbf{f}^M = \mathbf{0}$ e $\Delta\mathbf{f}^L = \mathbf{0}$, alcançamos, respectivamente:

$$\mathbf{x}^L = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{LL} - \mathbf{A}^{LM}\mathbf{B}^{MM}\mathbf{A}^{ML})^{-1}\mathbf{f}^L \quad (14)$$

$$\mathbf{x}^M = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{MM} - \mathbf{A}^{ML}\mathbf{B}^{LL}\mathbf{A}^{LM})^{-1}\mathbf{f}^M \quad (15)$$

em que $\mathbf{B}^{MM} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{MM})^{-1}$ e $\mathbf{B}^{LL} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{LL})^{-1}$.

A abordagem tradicional do método de extração pressupõe a supressão de um setor ou região do sistema de insumo-produto. Alternativamente à transformação do sistema para reconhecer um setor ou região a menos no sistema, é possível computar valores iguais a zero no fluxo de insumos intermediários. Tal estratégia foi adotada neste artigo e tem a vantagem de manter a dimensão original do sistema em termos de número de setores e regiões. Além disso, tal estratégia facilita o procedimento de cômputo nulo do fluxo de insumos intermediários do setor de Telecomunicações separadamente para cada região.

³ Pode-se também considerar que L seja uma região e M o restante da economia.

⁴ Mais detalhes ver Miller e Blair (2009).

A extração de um setor particular j (coluna) da região L , por exemplo, significa anular o valor correspondente para o todo z_{ij}^{*L} no sistema (7). Com essa extração, pode-se calcular a nova matriz \mathbf{A} , chamada $\bar{\mathbf{A}}$, e a nova matriz \mathbf{B} , definida como $\bar{\mathbf{B}}$. Dessa maneira, a forma matricial em (9) é redefinida como:

$$(\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\bar{\mathbf{x}} \equiv \mathbf{f} \quad (16)$$

$$\text{sendo } \bar{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} \bar{\mathbf{A}}^{LL} & \mathbf{A}^{LM} \\ \bar{\mathbf{A}}^{ML} & \mathbf{A}^{MM} \end{bmatrix} \text{ e } \bar{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} \bar{\mathbf{x}}^L \\ \bar{\mathbf{x}}^M \end{bmatrix}.$$

Ao extrair o setor j da região L apenas, a matriz \mathbf{A} original é alterada em razão da mudança nas submatrizes \mathbf{A}^{LL} e \mathbf{A}^{ML} . Nestas submatrizes, a coluna referente ao setor j é nula. Como pode ser observado pelas equações (14) e (15), o vetor de produto da região L considera a estrutura de ambas as submatrizes e o vetor de produto da região M considera a estrutura da segunda submatriz. Portanto, mesmo que a extração tenha ocorrido em um setor de uma região, o produto da outra região é afetado. Isso ocorre em razão da estrutura de interdependência regional considerada no modelo inter-regional de insumo-produto. O resultado seria análogo caso o setor j da região M fosse extraído.

Dessa maneira, o novo vetor de produto da “economia reduzida”, $\bar{\mathbf{x}}$, é:

$$\bar{\mathbf{x}} = \bar{\mathbf{B}}\mathbf{f} \quad (17)$$

em que $\bar{\mathbf{B}} = (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})^{-1}$. O produto de cada região é definido, respectivamente, por:

$$\bar{\mathbf{x}}^L = (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}}^{LL} - \mathbf{A}^{LM}\bar{\mathbf{B}}^{MM}\bar{\mathbf{A}}^{ML})^{-1}\mathbf{f}^L \quad (18)$$

$$\bar{\mathbf{x}}^M = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{MM} - \bar{\mathbf{A}}^{ML}\bar{\mathbf{B}}^{LL}\mathbf{A}^{LM})^{-1}\mathbf{f}^M \quad (19)$$

Portanto, a diferença entre \mathbf{x} e $\bar{\mathbf{x}}$ fornece o efeito da extração do setor j da região L . A diferença entre $\bar{\mathbf{x}}^L - \mathbf{x}^L$ representa o efeito sobre o produto da mesma região em que houve extração de um dos seus setores. A diferença entre $\bar{\mathbf{x}}^M - \mathbf{x}^M$ representa o efeito sobre o produto do restante da economia devido à extração de um dos setores da outra região da economia. Portanto, o efeito sobre a produção da região M fornece indícios sobre a estrutura de dependência regional da economia com relação ao setor j .

O caso descrito anteriormente corresponde à extração das compras de insumos do setor j da região L , o que representa os efeitos de uma mudança na estrutura de demanda do setor j da região L . Essa análise remete aos efeitos para trás no sistema econômico do setor j da região L . A outra análise que pode ser feita é verificar o efeito sobre o produto da economia devido à extração do insumo i da região L na linha, ou seja, excluir as vendas de um determinado insumo para os outros setores da própria região e do restante da economia. Neste caso, a avaliação seria sobre os efeitos de uma mudança na estrutura de oferta de insumo i da região L , cuja análise indica os efeitos para frente (oferta).

Para tanto, define-se inicialmente a matriz de alocação, $\mathbf{Q} = (\hat{\mathbf{x}})^{-1}\mathbf{Z}$. Analogamente à matriz \mathbf{A} , a matriz \mathbf{Q} possui coeficientes intra e inter-regionais. A análise desenvolvida a seguir omite os detalhes intra e inter-regionais, pois são análogos ao desenvolvimento da ligação para trás. Assim, tem-se que o vetor de produção é definido como:

$$\mathbf{x}' = \mathbf{x}'\mathbf{Q} + \mathbf{v}' \quad (20)$$

sendo \mathbf{v}' é o vetor linha de insumos primários. Resolvendo a equação acima, tem-se que:

$$\mathbf{x}' = \mathbf{v}'\mathbf{G} \quad (21)$$

em que $\mathbf{G} = (\mathbf{I} - \mathbf{Q})^{-1}$ é a matriz inversa de Gosh.

As equações (20) a (21) são análogas à abordagem inter-regional de insumo-produto apresentada anteriormente, no entanto representam o modelo de insumo-produto sob a perspectiva da oferta, ao contrário da anterior que é baseada na demanda. Com a extração das vendas do setor j da região L , observada pelo cômputo de valores iguais a zero nos fluxos z_{ij}^{L*} do sistema (7), tem-se que o novo vetor de produto da economia, $\bar{\mathbf{x}}'$, é:

$$\bar{\mathbf{x}}' = \mathbf{v}'\bar{\mathbf{G}} \quad (22)$$

O efeito para frente sobre o produto da economia é dado pela diferença $(\bar{\mathbf{x}} - \mathbf{x})'$, sendo que $(\bar{\mathbf{x}}^L - \mathbf{x}^L)'$ representa o efeito para frente sobre o produto da mesma região em que houve a extração de um dos seus setores e $(\bar{\mathbf{x}}^M - \mathbf{x}^M)'$ corresponde ao efeito para frente sobre o produto do restante da economia devido à extração de um dos setores da outra região da economia.

3.3 Base de dados

Para aplicar as técnicas de extração hipotética e de decomposição da PTF foram utilizadas as matrizes de insumo-produto a preços correntes e a preços do ano anterior da *World Input–Output Database* – WIOD (Dietzenbacher *et al.*, 2013). Existem duas versões de séries cronológicas na WIOD. Uma foi lançada em 2013 e disponibiliza dados de 1995 a 2009, porém reconhece somente o setor de comunicações e, portanto, não discrimina as telecomunicações de outras atividades neste setor. Já as tabelas disponíveis na versão lançada em 2016, as quais já estão na nova referência do Sistema de Contas Nacionais de 2008 (UNITED NATIONS, 2008), compreendem o período entre 2001 e 2014 e reconhecem explicitamente o setor de Telecomunicações e, portanto, são mais adequadas para o escopo do presente estudo. Conforme Arto & Dietzenbacher (2014), os dados da WIOD a preços constantes do ano anterior são adequados e necessários para mensurar as mudanças de tecnologia ano a ano. Por essa razão, a base de dados da WIOD foi escolhida ao invés da MRIO, que não disponibiliza tabelas a preços dos anos anteriores, como indicado por Hoekstra *et al.* (2016).

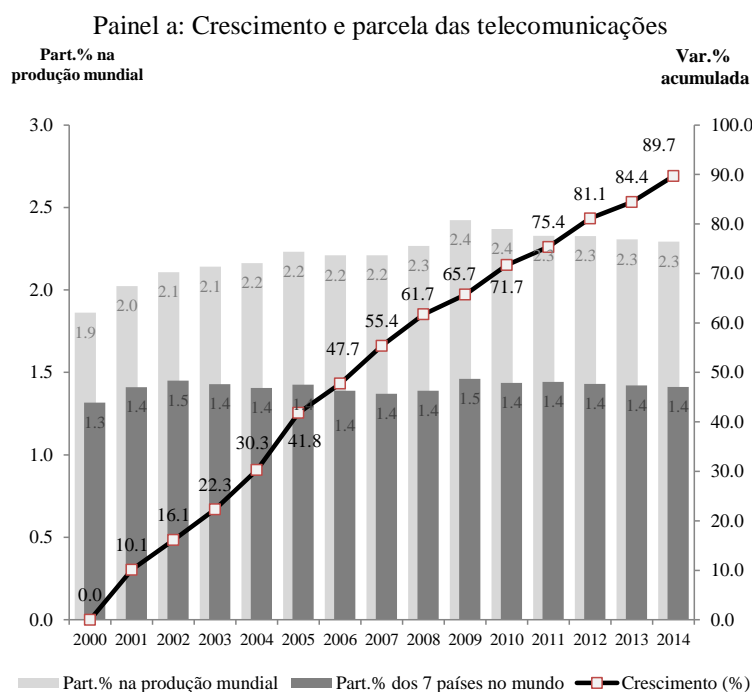
Originalmente, os dados da versão 2016 da WIOD estão disponíveis para 43 países e o restante do mundo e a estrutura setorial é composta por 56 atividades econômicas. Contudo, para o propósito dessa pesquisa, a mesma foi redimensionada para 16 atividades econômicas, de modo a facilitar a análise e proporcionar uma visão mais geral dos resultados. Além disso, selecionamos a Alemanha (DEU), Brasil (BRA), China (CHN), França (FRA), Grã-Bretanha (GBR), Estados Unidos (USA), Japão (JPN) e Restante do Mundo (RoW) – uma agregação regional das demais regiões internacionais reconhecidas nas matrizes da WIOD. O critério de seleção levou em consideração as oito maiores economias produtoras de telecomunicações. Tais países são também as maiores economias do mundo, mas cada uma apresenta características setoriais específicas, interdependências inter-regionais distintas, bem como de territorialidade, que influenciam de forma diferenciada as interações com o setor de Telecomunicações.

Como forma de auxiliar nas análises comparativas da seção a seguir, a Figura 1 ilustra a representatividade e o crescimento da produção de telecomunicações no mundo (painel a), bem como a composição regional dos serviços de telecomunicações em períodos selecionados (painel b). Entre 2000 e 2014, a produção de telecomunicações no mundo cresceu em média 4,7% ao ano (a.a.) e praticamente quase duplicou entre 2000 e 2014. Esse crescimento expressivo se deve ao movimento global após o ano de 1998, período de grandes reformas no setor (novas tecnologias, aberturas de mercado e privatizações)⁵, bem como da difusão da telefonia móvel nos anos de 2000, fazendo desse um dos serviços mais utilizados em todo o mundo (Heber & Fischer, 1997). Até o final de 2016, o setor ligava sete bilhões de pessoas – 95% da população mundial – à rede de telefonia celular (World Bank, 2016; World Bank Group, 2016).

Não obstante, o crescimento dos serviços de telecomunicação esteve acima da expansão da oferta mundial dos demais setores produtivos ao longo dos anos, registrando, assim, uma trajetória ascendente de participação setorial na produção global. Entre 2000 e 2014, a participação da oferta deste tipo de serviço aumentou aproximadamente 0,43 pontos percentuais (p.p.), isto é, de 1,9% para 2,3% no período. A participação relativa dos sete países mais provedores de telecomunicações no mundo foi quase estável no mesmo período, o que parece indicar que a maior representatividade das telecomunicações na produção mundial ocorreu em virtude da expansão desses serviços nos demais países do mundo (Restante do Mundo). Essa afirmação pode ser bem avaliada quando se analisa a composição regional da produção de telecomunicações no mundo (Figura 1b).

⁵ Até o final de 1998, a proporção de empresas de telecomunicações privatizadas subiu para 42% em 167 países. Como resultado, a competição na oferta e qualidade de serviços cresceu, passando o Estado a ser responsável apenas pela regulação desse setor, intermediando os interesses dos investidores e usuários (Li & Xu, 2002).

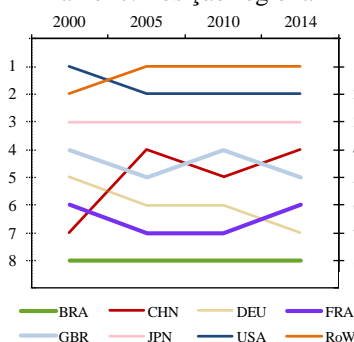
Figura 1 – Produção real das telecomunicações no mundo entre 2000 e 2014



Painel b: Participação (%) e expansão regional

Regiões	2000	2005	2010	2014	Var. média anual (%)
BRA	1.9	1.6	1.7	1.4	2.8
CHN	2.4	6.1	5.4	6.7	12.7
DEU	4.3	4.5	4.6	3.9	4.0
FRA	3.2	3.4	3.6	4.1	6.5
GBR	4.5	5.3	5.5	4.4	4.5
JPN	13.4	11.4	9.6	9.7	2.3
USA	40.9	31.6	30.0	31.3	2.7
RoW	29.3	36.2	39.4	38.4	6.7
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	4.7

Painel c: Posição regional



Fonte: WIOD.

BRA: Brasil; CHN: China; DEU: Alemanha; FRA: França; GBR: Grã-Bretanha; JPA: Japão; USA: Estados Unidos; RoW: Restante do Mundo.

Nessa composição regional, China (CHN), França (FRA) e Restante do Mundo (RoW) ganharam participação relativa. A participação da economia chinesa, por exemplo, expandiu em 4,3 p.p. entre 2000 e 2014, o que a transformou de sétima para a quarta maior ofertante de telecomunicações no mundo (Figura 1c). Em média, as telecomunicações chinesas cresceram 12,7% ao ano. Esse resultado expressivo deveu-se a movimentos que mudaram as configurações do mercado de telecomunicações chinês (BBC, 2002), além dos investimentos realizados na década de 1990 (Chakraborty & Nandi, 2011). Nas últimas duas décadas, a China introduziu um número de políticas para reformar o setor, incluindo a criação de novos competidores, privatização e reestruturação organizacional. Entretanto, o ingresso deste país à Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2001 viabilizou investimento estrangeiro na operação de serviços de telecomunicações, o que representou um passo significativo para o futuro desenvolvimento e reforma do setor (Lam & Shiu, 2008). Em 2017, a China continuou sendo um dos principais mercados de telecomunicações do mundo, atendendo cerca de 201 milhões de clientes de linhas de telefonia fixa e 1,35 bilhões de linhas celulares (MII - Ministry of industry and Information Technology of the People's Republic of China, 2017).

Em todo o período, o Brasil (BRA) se manteve na oitava posição com crescimento médio anual de 2,8%. A política de privatização e os decorrentes investimentos privados realizados entre as décadas de 1990 e 2000 justificam essa expansão (Chakraborty & Nandi, 2011). Em 2004, as teles apresentavam um total de 111,8 milhões de assinaturas em todos os seus serviços – telefonia (fixa e celular), *internet* (fixa e móvel) e TV por assinatura – número que cresceu na ordem de 232%, alcançando, em 2014, 372 milhões de assinaturas. Houve também uma expressiva expansão na quantidade de prestadoras de serviços de telecomunicações. No ano de 2004 haviam 293 empresas prestando serviços de banda larga fixa e 39 autorizações para a prestação de serviços telefônicos no Brasil. Em 2014, esses números passaram para 4.879 empresas de banda larga e 198 autorizações (Teleco, 2014).

Já a economia japonesa (JPN) e a estadunidense (USA) foram as que mais sofreram perdas de participação regional, ou seja, uma variação negativa de 3,7% e 9,7% entre 2000 e 2014, respectivamente.

O crescimento das telecomunicações nesses dois países desenvolvidos⁶ não acompanhou o ritmo mundial do setor, especialmente aqueles observados na economia chinesa, francesa e nos demais países no mundo (RoW). Observa-se, pois, a confirmação de um movimento de descentralização regional da oferta de telecomunicações no mundo. Essa descentralização é um reflexo do próprio movimento global de reestruturações do setor. Incentivados pelos avanços e difusão das tecnologias de microeletrônica e de informação (Werthein, 2000), países desenvolvidos e em desenvolvimento vêm direcionando suas políticas de investimentos na expansão e modernização das telecomunicações nacionais (Dimelis & Papaioannou, 2011; Pradhan et al., 2017). As novas tecnologias sem fio, por exemplo, foram capazes de levar infraestrutura e serviços a preços mais acessíveis e distantes dos grandes centros produtores, difundindo os serviços em todo o mundo. Ao final de 2014, 55% de todas as conexões em banda larga sem fio se localizavam em países em desenvolvimento, em contraste com apenas 20% em 2008.

Em suma, a primeira evidência empírica é que houve um processo de desconcentração/concentrada da distribuição da produção deste setor no mundo. Contudo, ainda existe a necessidade de avaliar se as expansões regionais de telecomunicações são decorrentes ou reproduzem os ganhos de produtividade dos fatores primários e de eficiência no setor ao longo do período. O crescimento de alguns países na oferta mundial de telecomunicações pode ter ocorrido mesmo com perda ou ganho da produtividade total dos fatores. Dessa maneira, a próxima seção fornece respostas empíricas para esse ponto ao decompor a PTF das telecomunicações em cada economia, além de avaliar a importância relativa do setor no próprio sistema produtivo.

4 Resultados

Para uma análise aprofundada dos resultados, calculou-se a variação percentual acumulada da PTF das telecomunicações por região entre 2000 e 2014. Em seguida, foi identificada a contribuição de cada componente para o resultado observado da PTF. Conforme a equação (6), a PTF (τ) é a soma de dois componentes: *i*) variações de eficiência ($i'\Delta\mathbf{A}$), que corresponde à mudança na relação técnica por insumos intermediários; e *ii*) variação do valor adicionado ($\Delta\mathbf{v}$), que representa ganhos ou perdas na relação técnica por fatores de produção. Dessa maneira, ganhos de eficiência ou de produtividade dos fatores de produção (valor adicionado) indicam menor dispêndio por esses dois componentes na estrutura de custo das telecomunicações por unidade de produto. Reciprocamente, quando a atividade de telecomunicações revela perdas nesses dois componentes, então houve incremento nos custos de produção para ofertar a mesma unidade de produto/serviço. A Tabela 1 reporta os principais resultados para as telecomunicações decompostos entre esses dois componentes supracitados. A mudança na PTF da atividade de telecomunicações é comparada com a variação da PTF da economia correspondente (PTF_{total}), o que nos permite verificar se a mudança na produtividade das telecomunicações acompanharam a tendência nacional (*baseline*) no período.

Apesar do grande salto das telecomunicações chinesas no mundo, com um crescimento médio anual de 12,7% na oferta de serviços, a produtividade total dos fatores (PTF) encolheu marginalmente em 0,16% entre 2000 e 2014. Até 2005, os ganhos com produtividade dos fatores ($\Delta\mathbf{v}$) mais que compensavam a perda de eficiência produtiva ($i'\Delta\mathbf{A}$) do setor, gerando crescimento da PTF (0,41%), cuja expansão é bem próxima à da média da economia chinesa (0,42%). Após este período, as telecomunicações chinesas passaram a obter ganhos de eficiência, porém insuficientes para superar as perdas na relação técnica por fatores de produção ($\Delta\mathbf{v}$). Esse panorama chinês acompanha a tendência mundial, ou seja, nos primeiros cinco anos o setor de telecomunicações exibiu, em média, uma PTF positiva, porém essa trajetória ascendente é invertida nos períodos subsequentes. Entretanto, enquanto as telecomunicações chinesas presenciavam perdas de produtividade entre 2005 e 2014, o sistema produtivo

⁶ Por exemplo, o crescimento na produção das telecomunicações nos EUA reflete o aumento da penetração dos serviços de telecomunicações, especialmente aqueles capazes de levar os serviços à distância, como os sem fio (e.g. telefonia e internet) (FCC - Federal Communications Commission 2016).

chinês experimentava ganhos de produtividade, isto é, o resultado setorial se movimentou contrariamente à tendência da economia chinesa.

Tabela 1 – Variação acumulada (%) e contribuição relativa à PTF das telecomunicações

Região	2000-2005				2000-2010				2000-2014			
	$i'\Delta A$	Δv	PTF	PTF_{total}	$i'\Delta A$	Δv	PTF	PTF_{total}	$i'\Delta A$	Δv	PTF	PTF_{total}
Brasil (BRA)	0.64	0.13	0.77	-0.54	2.10	-0.25	1.85	-1.54	-2.94	4.85	1.91	-0.29
China (CHN)	-29.59	30.00	0.41	0.42	6.12	-6.23	-0.11	0.46	6.07	-6.23	-0.16	0.37
Alemanha (DEU)	-15.96	16.11	0.15	0.01	-12.17	12.43	0.25	0.26	-4.72	4.97	0.24	0.19
França (FRA)	6.33	-6.34	0.00	0.04	3.96	-4.36	-0.41	0.32	7.65	-7.47	0.18	0.56
Grã-Bretanha (GBR)	-3.79	3.72	-0.08	-0.07	-8.20	4.98	-3.23	-0.43	-8.14	4.71	-3.44	-0.33
Japão (JPN)	5.45	-5.43	0.02	0.04	18.30	-18.28	0.01	0.22	18.44	-18.41	0.03	0.45
Estados Unidos (USA)	8.86	-8.84	0.02	0.07	11.14	-11.07	0.07	0.05	8.56	-8.35	0.21	0.06
Restante do Mundo (RoW)	1.20	-1.43	-0.22	0.00	7.53	-8.32	-0.79	-0.28	9.66	-10.42	-0.76	-0.24

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: " PTF_{total} " é a variação da PTF da economia como um todo.

Ademais, o movimento de desconcentração da atividade de telecomunicações no Restante do Mundo, caracterizado por uma expansão anual de 6,7% na provisão deste tipo de serviços, esteve associado com um uso eficiente de insumos intermediários no processo produtivo ($i'\Delta A$). Ao mesmo tempo, houve perdas na produtividade dos fatores de produção (Δv), o que resultou em uma PTF negativa ao longo do período (2000-2014). Conclui-se que os ganhos de participação dessas duas regiões (CHN e RoW) na composição da produção mundial de telecomunicações estão associados com perdas de PTFs entre 2000 e 2014, mesmo que modestas. Em contraste, com uma expansão média anual de 6,5%, as telecomunicações francesas foram as únicas que exibiram simultaneamente ganhos marginais de participação mundial e de PTF. Em todo o período, a eficiência produtiva ($i'\Delta A$) no setor de telecomunicações francês foi o componente responsável para alcançar PTFs positivas.

Ao comparar as regiões mundiais, o setor de telecomunicações no Brasil foi aquele que alcançou maiores ganhos de PTF. Esse resultado é justificado majoritariamente pela produtividade dos fatores de produção (Δv), pois a partir de 2010 a eficiência produtiva revelou-se negativa ($i'\Delta A$). Assim, no Brasil observa-se que a política de privatização e de investimentos não somente expandiu a oferta de telecomunicações, mas permitiu que essa atividade setorial alcançasse ganhos de produtividade (PTF), representando uma contra tendência da própria economia brasileira, que, em todo o período, teve a variação negativa da PTF nacional. Nessa variante, parece que a privatização do setor, ocorrida no final dos anos 1990, cujo cenário pós-privatização demandava altos investimentos, modernização e eficiência das operações, atingiu o seu objetivo. Entre 2004 e 2014, por exemplo, os investimentos cresceram 121%, passando de R\$ 14,3 bilhões para R\$ 31,7 bilhões (Teleco, 2014). Os resultados observados para o Brasil estão de acordo com as conclusões de Lam & Shiu (2010) e Chakraborty & Nandi (2011), que, juntas, apontam que economias menos desenvolvidas onde o setor de telecomunicações é privatizado e opera em plena competição tendem a gerar maiores efeitos sobre o crescimento da economia e da PTF.

Como no Brasil, as telecomunicações da Alemanha apresentaram ganhos de produtividade em todos os anos da análise. Essas variações positivas da PTF exibiram uma trajetória ascendente e acima da referência nacional (PTF_{total}), resultantes dos ganhos de produtividade dos fatores primários (Δv), uma vez que o setor de telecomunicações alemão apresentou perdas de eficiência produtiva ($i'\Delta A$) entre 2000 e 2014. Em suma, a atividade de telecomunicações na Alemanha apresentou uma taxa de crescimento

inferior (4,0% a.a.) comparada a algumas das principais regiões produtoras do mundo, perdendo uma posição na composição regional. No entanto, em termos comparativos, a variação positiva observada para o setor na Alemanha é somente inferior à brasileira. Na Grã-Bretanha, o setor revelou quedas de PTF ao longo dos anos, seguindo as perdas de PTF do sistema produtivo em geral. Não obstante, ao contrário da economia germânica, as telecomunicações na Grã-Bretanha registraram expansões da produtividade dos fatores primários (Δv), embora insuficientes diante das perdas de eficiência produtiva ($i'\Delta A$).

Nos Estados Unidos e no Japão, as telecomunicações, com crescimento médio anual de 2,3 e 2,7%, respectivamente, apresentaram eficiência técnica quanto ao uso de insumos intermediários no processo produtivo ($i'\Delta A$), superando as perdas de produtividade dos fatores primários (Δv). Conseqüentemente, a PTF desta atividade setorial revelou-se positiva em ambas as economias. Os ganhos na PTF das telecomunicações japonesas foram inferiores às variações positivas da média nacional (PTF_{total}). Já o setor na economia americana exibiu taxas de crescimento acima da referência nacional após o ano de 2005. Apesar de perder uma posição na composição regional da produção mundial do setor, as telecomunicações nesses dois países desenvolvidos exibiram melhorias de produtividade em uma trajetória ascendente.

Em resumo, os resultados alcançados sobre o setor de telecomunicações nas principais regiões ofertantes do mundo sugerem certo “efeito alcance”, similarmente ao discutido pela teoria de crescimento (Jones, 1995; Romer, 1990; Solow, 1957). Uma economia com menor participação na composição regional da produção mundial de telecomunicações tem mais facilidade para crescer no início do processo se comparada com um país em uma posição superior. Países em posições inferiores apresentaram, em geral, uma produtividade do setor mais alta. Assim, investimentos em capital ou políticas de reestruturação para o setor de telecomunicações, como as privatizações, além de aumentarem substancialmente a oferta dos serviços, têm impactos mais expressivos sobre a produtividade. Resultados empíricos já apontaram que a privatização e a liberalização melhoraram a produtividade e a eficiência do setor (veja uma revisão ampla de Lam & Shiu (2008)). O exemplo disso é a economia brasileira que, situada numa posição bem inferior dessa composição regional, apresentou maiores variações positivas da PTF de telecomunicações. Enquanto a China apresentava uma posição de menor destaque, a economia brasileira experimentou uma PTF positiva (2000-2005). No período em que as telecomunicações chinesas tornaram-se a quarta maior ofertante do mundo, com maior quantidade de capital no setor, as variações na PTF foram marginais e negativas. Como apontado por Lam & Shiu (2010), durante a década de 1990 a economia chinesa apresentava uma tecnologia de informação defasada em relação aos países desenvolvidos, porém, após a reforma do setor, o país aproveitou-se das tecnologias recentes no desenvolvimento de uma rede nacional de cabos de fibra ótica, o que evitou um dispendioso processo de reengenharia da antiga rede analógica de fios de cobre e facilitou a rápida expansão do setor de telecomunicações. Essa vantagem de países com tecnologia retardatária nos anos 1990 parece ter sido também aproveitada pelo Brasil, porém em menor grau. O resultado brasileiro é também consistente com a hipótese de Lam & Shiu (2010), ou seja, países com tecnologias retardatárias de telecomunicações no período antecedente a reforma, ao implementar as mais recentes tecnologias, alcançaram um melhor desempenho de produtividade do que os países desenvolvidos. Tal fato se estende para a China até 2005.

Telecomunicações em países desenvolvidos e com posições de destaque, como nos Estados Unidos e Japão, geralmente apresentam uma quantidade de capital por trabalhador elevada e, portanto, políticas de investimentos ou setoriais à expansão da oferta desse tipo de serviço geram um efeito relativamente pequeno sobre a produtividade do setor. Em suma, as taxas de crescimento da produtividade variam entre países em com diferentes estágios de desenvolvimento das telecomunicações, porém quase todas as economias apresentaram melhorias de eficiência produtiva no setor. Estes resultados complementam as conclusões de Chakraborty & Nandi (2011) ao apontar que as variações da PTF são maiores em economias em desenvolvimento e de posição inferior na composição mundial da oferta deste tipo de serviço. Entretanto, os nossos resultados ainda não evidenciam se os efeitos do setor nas economias são expressivos, como já discutidos por Chakraborty & Nandi (2011) e Nadiri, Nandi & Akoz (2018). Para tanto, diferentemente da prévia literatura empírica, utilizamos a técnica de extração hipotética para analisar a dependência do mundo e das principais economias mundiais em relação à oferta e à demanda do setor de telecomunicações. Essa importância relativa do setor nos sistemas produtivos é

avaliada em termos de efeitos para trás e para frente sobre a produção. O efeito para trás aponta a dependência de uso por insumos intermediários no processo produtivo das telecomunicações (demanda). Por outro lado, a dependência para frente da atividade de telecomunicações ocorre quando outros setores (ou regiões) necessitam muito de seu serviço como um insumo (oferta). Tanto o efeito para trás quanto para frente exploram os canais diretos e indiretos dos elos de produção e consumo estabelecidos nos modelos de insumo-produto. Por essas razões, os resultados da extração hipotética divergem em relação às proporções regionais da produção de telecomunicações sobre a produção mundial, como parcialmente tratada na Figura 1.

A Tabela 2 apresenta a importância relativa dos setores regionais de telecomunicações na produção mundial entre 2000 e 2014. Em geral, o sistema produtivo mundial tende a ser mais dependente da oferta do que da demanda do setor de telecomunicações, mesmo se avaliarmos todos os intervalos temporais. Sem a oferta de telecomunicações, a produção mundial reduziria em até 24,8% entre 2000 e 2014, acumulando uma perda real de US\$ 19666 bilhões. Em média, a queda da produção mundial sem as telecomunicações seria de 1,70% ou US\$ -1311 bilhões ao ano. Do mesmo modo, a falta de absorção do setor de telecomunicações por insumos comercializados globalmente representaria uma retração acumulada de 21,9% entre 2000 e 2014. Ao longo do período observa-se que a mudança na dependência mundial pela oferta e demanda de telecomunicações acompanharia, em alguma medida, a própria modificação da composição regional do setor. As regiões que ganhariam posições ou se destacariam na composição da produção de telecomunicações ao longo dos anos seriam também aquelas que mais gerariam efeitos para frente e para trás no produto mundial. Tanto a China quanto os demais países do Mundo (RoW) ganhariam posições de destaque e a oferta de telecomunicações nestas regiões passariam a impactar, respectivamente, 9,45% e 36,32% da produção mundial (efeito para frente). Essas participações seriam crescentes em cada intervalo temporal analisado, inclusive para o efeito para trás, cuja assertiva se estende também para a economia brasileira, alemã e francesa, mesmo que marginalmente.

Tabela 2 – Participação (%) regional do efeito de telecomunicações sobre a produção mundial (preço constante de 2000)

Região	Efeito para trás			Efeito para frente		
	2000-2005	2000-2010	2000-2014	2000-2005	2000-2010	2000-2014
Brasil (BRA)	1.85	1.85	1.99	1.50	1.56	1.61
China (CHN)	4.57	7.20	8.37	5.99	8.23	9.45
Alemanha (DEU)	4.85	5.46	5.25	4.52	4.84	4.74
França (FRA)	3.51	3.61	3.81	3.82	3.90	3.92
Grã-Bretanha (GBR)	4.32	4.30	4.33	4.61	4.57	4.54
Japão (JPN)	12.51	11.19	10.19	13.93	12.32	11.49
Estados Unidos (USA)	36.90	31.78	30.94	33.04	29.43	27.93
Restante do Mundo (RoW)	31.49	34.60	35.12	32.58	35.15	36.32
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Variação acumulada (%)	-7.5	-14.8	-21.9	-9.1	-17.6	-24.8
Bilhões de US\$	-4895	-10836	-17538	-6004	-12854	-19666

Fonte: Resultados da pesquisa.

Embora ainda representativo, o efeito para frente no mundo pelas telecomunicações estadunidenses e japonesas seriam gradualmente menores no decorrer dos períodos, confirmando um resultado oriundo do movimento de descentralização deste tipo de serviço no mundo. Além dos Estados Unidos, Brasil e Alemanha gerariam efeitos para trás relativamente maiores, isto é, o mundo seria mais dependente da demanda das telecomunicações do que a própria oferta do setor nesses países (efeito para frente). Por exemplo, a dependência de demanda do setor estadunidense representaria 30,94% do impacto total no mundo, enquanto o efeito para frente alcançaria 27,93% desse total. Esses efeitos, em geral, advêm de canais intersetoriais e inter-regionais de cada sistema econômico de maneira que levam em conta padrões diferenciados de comércio e de produção. Essas assimetrias na estrutura de demanda e oferta tornariam, pois, a produção de bens e serviços mais dependente da demanda do que da oferta das

telecomunicações localizados nos Estados Unidos, Brasil e Alemanha (efeito para trás), ao passo que nos demais países europeus, asiáticos e do mundo essa relação de dependência se inverteria, isto é, o efeito para frente se tornaria proeminente.

A dependência de cada uma das regiões é variada e leva em conta não somente a provisão doméstica deste tipo de serviços, como também a do exterior nas relações de complementaridade produtiva e de venda. Dessa maneira, uma vez reconhecidos efeitos transmitidos pelos canais intra e inter-regionais, é possível identificar a importância relativa do setor localizado no território nacional e em outros países para um determinado sistema produtivo. A Tabela 3 fornece a variação (%) acumulada do efeito total sobre o produto nacional, decomposta entre intra e inter-regional. Os resultados sinalizam que, por exemplo, o Brasil seria um pouco mais dependente da demanda das telecomunicações do que da própria oferta do setor, especialmente no período de 2000 a 2014. Enquanto a produção nacional acumularia uma variação negativa de 19,8% na ausência da oferta de telecomunicações, o mesmo indicador macroeconômico recuaria aproximadamente 20,3% sem a demanda da mesma atividade por insumos intermediários. Essas variações representariam uma retração média anual acima de 1,45% ou US\$ -20,85 bilhões ao longo do período. Ao analisar a decomposição do efeito para trás e para frente observa-se que a dependência da economia brasileira se concentrou nas telecomunicações domésticas, representando mais de 91% dos impactos totais (intra). A dependência pela demanda das telecomunicações do exterior alcançaria, em média, 8,2% entre 2000 e 2014, sendo que até 2005 esse percentual era de 9,0% (inter). Já a dependência pela oferta das telecomunicações providas do exterior seria inferior. Em geral, conclui-se que gradualmente a economia brasileira dependeria mais da atividade de telecomunicações de origem doméstica.

Tabela 3 – Impacto sobre a produção nacional e importância relativa das telecomunicações domésticas e internacionais

Região	Efeito para trás									Efeito para frente								
	2000-2005			2000-2010			2000-2014			2000-2005			2000-2010			2000-2014		
	Total	Intra	Inter	Total	Intra	Inter	Total	Intra	Inter	Total	Intra	Inter	Total	Intra	Inter	Total	Intra	Inter
Brasil (BRA)	-8.8	91.0	9.0	-15.4	91.4	8.6	-20.3	91.8	8.2	-8.8	92.4	7.6	-15.4	92.6	7.4	-19.8	92.5	7.5
China (CHN)	-7.4	76.1	23.9	-13.6	71.6	28.4	-17.8	70.0	30.0	-11.0	89.3	10.7	-18.2	87.9	12.1	-22.0	87.6	12.4
Alemanha (DEU)	-8.1	70.2	29.8	-15.8	71.1	28.9	-20.9	70.0	30.0	-9.0	81.9	18.1	-16.7	82.3	17.7	-21.6	81.6	18.4
França (FRA)	-7.8	77.0	23.0	-14.6	78.0	22.0	-20.3	78.5	21.5	-10.3	87.6	12.4	-18.5	87.2	12.8	-24.5	86.7	13.3
Grã-Bretanha (GBR)	-7.6	71.9	28.1	-13.8	71.5	28.5	-18.5	71.2	28.8	-10.8	82.7	17.3	-18.6	81.8	18.2	-24.0	81.7	18.3
Japão (JPN)	-8.8	84.7	15.3	-15.1	82.0	18.0	-19.9	81.2	18.8	-10.6	94.5	5.5	-17.5	93.4	6.6	-22.8	93.3	6.7
Estados Unidos (USA)	-10.5	91.8	8.2	-17.2	90.6	9.4	-22.9	90.6	9.4	-11.4	95.7	4.3	-18.4	95.1	4.9	-23.5	95.1	4.9
Restante do Mundo (RoW)	-7.9	81.2	18.8	-14.4	82.1	17.9	-19.0	81.7	18.3	-10.0	89.1	10.9	-17.4	89.4	10.6	-22.2	89.4	10.6

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: "Total" apresenta a variação (%) acumulada da produção nacional; "Intra" e "Inter" correspondem a participação (%) dos efeitos intrarregionais e inter-regionais, respectivamente.

Ao contrário do Brasil, as demais economias regionais dependeriam mais da oferta do que da demanda dos serviços de telecomunicações. A discrepância acumulada do efeito para frente em relação ao impacto para trás seria relativamente maior na Grã-Bretanha, França e China. França, Grã-Bretanha e Estados Unidos seriam as regiões que mais necessitariam dos serviços de telecomunicações como insumo, ou seja, os efeitos para frente acumulariam variações negativas menores que -23,5%. Essa dependência pelo lado da oferta seria proveniente mais da própria produção nacional do que do exterior. Estados Unidos, Japão e Brasil seriam os países que menos necessitariam importar serviços de

telecomunicações nas suas relações de complementariedade produtiva. Em ambas as economias, a atividade de telecomunicações doméstica exibiu PTFs positivas entre 2000 e 2014. Já o sistema produtivo alemão e da Grã-Bretanha seriam os mais dependentes da importação dos serviços de telecomunicações, sendo que exibiriam uma trajetória ascendente de participação inter-regional no total do efeito para frente (acima de 18,3% em todo o período). Observa-se, pois, que o serviço de telecomunicações dessas duas economias foi bastante utilizado como insumo nos demais sistemas produtivos.

Por outro lado, na composição do efeito para trás nota-se que a economia chinesa e da Grã-Bretanha dependem muito mais da demanda do que da oferta das telecomunicações oriundas do exterior, sendo que a dependência inter-regional estaria acima dos 28% do efeito total entre 2000 e 2014. Esse resultado denota que a produção nacional em ambas as economias são mais sensíveis às exportações de bens e serviços para o processo produtivo das telecomunicações do exterior. Exceto para a França e para o Restante do Mundo, ao comparar os intervalos temporais, verifica-se que essa dependência pela demanda do setor de telecomunicações localizado no exterior seria crescente. Novamente Brasil e Estados Unidos revelariam menor dependência pela demanda externa de telecomunicações, ou seja, o efeito da produção nacional seria majoritariamente advindo da demanda das telecomunicações domésticas (acima de 91%). Ao lado da Alemanha, seriam também as economias que mais acumulariam efeito para trás (uma variação menor que - 20,3%).

Portanto, as principais economias mundiais dependeriam mais da oferta que da demanda das telecomunicações, com exceção da economia brasileira. A maioria das economias apresentaria uma dependência inter-regional acima da média mundial. Brasil, Estados Unidos e Japão revelariam um grau de dependência intrarregional acima da média mundial, tanto em termos de efeito para trás quanto para frente. Mesmo com esse grau variado dos efeitos inter-regionais, podemos identificar os principais canais regionais que originariam esses impactos, que são reconhecidos nas interações de comércio internacional. A Tabela 4 reporta a distribuição dos efeitos inter-regionais para trás e para frente entre 2000 e 2014.

Tabela 4 – Origem regional dos efeitos inter-regionais entre 2000 e 2014 (%)

Região	Efeito para trás									Efeito para frente								
	BRA	CHN	DEU	FRA	GBR	JPN	USA	RoW	Total	BRA	CHN	DEU	FRA	GBR	JPN	USA	RoW	Total
Brasil (BRA)	0.0	9.7	3.4	3.7	4.0	3.4	19.3	56.4	100.0	0.0	5.6	5.6	3.3	2.8	3.6	13.2	65.9	100.0
China (CHN)	0.8	0.0	6.5	3.4	6.1	3.2	17.3	62.7	100.0	1.7	0.0	4.4	2.4	2.2	10.2	8.4	70.8	100.0
Alemanha (DEU)	0.8	5.2	0.0	8.4	9.7	1.3	11.0	63.7	100.0	0.4	3.4	0.0	5.2	6.4	2.3	21.7	60.6	100.0
França (FRA)	0.7	4.2	8.8	0.0	11.1	1.2	11.6	62.4	100.0	0.7	3.3	9.9	0.0	10.9	2.0	12.4	60.9	100.0
Grã-Bretanha (GBR)	0.5	2.4	7.2	7.3	0.0	2.1	14.1	66.3	100.0	0.5	2.5	10.4	10.7	0.0	2.4	7.5	66.0	100.0
Japão (JPN)	0.5	15.4	6.2	2.2	4.8	0.0	16.7	54.3	100.0	0.9	10.9	3.1	1.8	3.9	0.0	15.4	64.0	100.0
Estados Unidos (USA)	0.9	4.3	7.7	3.3	5.3	3.1	0.0	75.3	100.0	1.4	6.8	5.2	3.3	5.2	6.1	0.0	72.0	100.0
Restante do Mundo (RoW)	2.7	19.3	13.3	9.1	12.8	7.4	35.4	0.0	100.0	2.0	13.8	14.5	9.7	14.7	10.7	34.7	0.0	100.0
Média	1.4	10.3	8.6	5.8	8.4	4.0	19.9	41.5	100.0	1.4	8.2	8.9	6.3	8.5	7.1	20.0	39.6	100.0

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: os elementos da diagonal principal das matrizes denotam relações intra-regionais e, por isso, são nulos.

Constata-se que a dependência inter-regional no efeito para trás se originaria principalmente da importação de insumos do setor de telecomunicações localizadas nos Estados Unidos e o Restante do Mundo. Excetuando essas duas regiões mundiais na análise, percebe-se que países europeus tenderiam a apresentar um alto volume de dependências inter-regionais das demandas de telecomunicações europeias e chinesas. A maior representatividade europeia seria devido à redução de barreiras artificiais, tarifárias e não-tarifárias ocorridas no comércio entre os membros da União Europeia. Observa-se uma reciprocidade desses efeitos para a economia chinesa, que além de depender das demandas de telecomunicações

européias, também seria dependente das japonesas. Chama a atenção que, mesmo com a queda de barreiras artificiais entre países asiáticos em razão dos custos do comércio internacional, a produção da economia japonesa reagiria mais pela demanda de insumos do setor chinês (15,4%) do que a China para a demanda das telecomunicações japonesas (3,2%). Ademais, desconsiderando o Restante do Mundo, economias em desenvolvimento como a brasileira e a chinesa revelariam maior dependência do processo produtivo das telecomunicações estadunidense (USA), ainda que o Brasil tenha apresentado pequeno efeito inter-regional (Tabela 3). Mesmo baixa, a necessidade inter-regional da demanda de telecomunicações dos Estados Unidos se originaria mais das economias europeias (total de 16,3%) do que das asiáticas (total de 7,4%).

O padrão de dependência observado pelo lado da demanda se assemelha no lado da oferta de telecomunicações (efeito para frente). Não obstante, a produção nacional da China dependeria menos da oferta das telecomunicações estadunidense (8,4%) do que da demanda (17,3%). A reciprocidade parece também ocorrer entre Japão e China, de maneira que revelaria uma participação bem próxima na composição inter-regional do efeito para frente entre ambas as economias, sendo que esta relação mais simétrica inexistiria nos efeitos para trás. Por sua vez, Alemanha e Grã-Bretanha, que exibiriam uma participação de efeitos inter-regionais mais expressivos (Tabela 3), necessitariam mais da oferta das telecomunicações dos demais países europeus para atender a produção nacional (Tabela 4).

5 Considerações finais

Este artigo ofereceu contribuições acerca do debate das variações da PTF e do papel das telecomunicações nas principais economias produtoras deste tipo de serviço, avaliando sua importância relativa em termos de demanda e oferta em um período após o movimento global de reestruturação do setor. Para tanto, foi aplicada a técnica de decomposição da PTF e de extração hipotética a partir de matrizes inter-regionais de insumo-produto, disponíveis anualmente entre 2000 e 2014. A análise de decomposição da PTF fornece uma perspectiva “de dentro do setor”, ou seja, avaliaram-se as mudanças das relações técnicas de produção no setor de telecomunicações em cada uma das principais regiões produtoras deste tipo de serviços. Trabalhos empíricos têm aplicado modelos econométricos para avaliar os efeitos das telecomunicações sobre a PTF média de uma economia, isto é, em um enfoque “de fora do setor”.

Nessa primeira análise, os resultados indicam que a forte expansão das telecomunicações chinesas no período, com ganhos de participação na composição regional na oferta deste tipo de serviços, esteve associada com perdas de PTF no setor, mesmo exibindo variações positivas da eficiência produtiva. O Brasil, estagnado em termos de posição nesta composição regional, com uma baixa taxa de crescimento da oferta do serviço, exibiu ganhos de PTF ao longo do período. Países desenvolvidos e em destaque nesta composição regional, apresentou PTFs positivas, embora com variações menores que as do Brasil. Apenas as telecomunicações na Grã-Bretanha revelaram perdas de PTF. Certo “efeito alcance” parece emergir nos resultados brasileiros, ou seja, o efeito positivo da PTF, relacionado com as políticas de investimento e de privatização, exibiu uma trajetória ascendente porque as telecomunicações neste país detêm uma quantidade de capital por trabalhador relativamente baixa.

A análise de extração hipotética evidenciou que o mundo seria mais dependente da oferta e da demanda das telecomunicações da economia estadunidense, japonesa, chinesa e restante do mundo, refletindo, em alguma medida, a própria trajetória de mudança da composição regional da produção mundial deste serviço, marcada por um movimento de descentralização regional após as reformas do setor nos anos de 1990. O produto dos Estados Unidos seria o menos afetado pela oferta e demanda das telecomunicações do exterior, mas tal região seria a mais dependente da oferta nacional. Essa maior independência do mercado de telecomunicações do exterior também seria observada para o Brasil, cuja economia seria mais dependente da demanda pela atividade doméstica. As demais regiões econômicas necessitariam mais da oferta de telecomunicações domésticas, embora aquelas provenientes do exterior não seriam desprezíveis. Os efeitos para trás e para frente oriundos exclusivamente das relações inter-regionais denotariam grande dependência das economias mundiais em relação às telecomunicações dos Estados Unidos e do Restante do Mundo. A exceção seria a Grã-Bretanha. Os resultados também

apontam um padrão de comércio forte dos serviços de telecomunicações entre a China e os países europeus, sendo que a dependência seria recíproca tanto pelo lado da demanda quanto pelo lado da oferta no comércio internacional.

Portanto, as implicações de políticas desses resultados são diretas. Países que vêm direcionando suas políticas de investimentos e de privatização na ampliação e modernização das telecomunicações nacionais, bem como realizando acordos comerciais para reduzir barreiras artificiais, tarifárias e não-tarifárias, geram expansão da oferta de serviços de telecomunicações, conforme previsto pelas políticas, mas sem garantias de aumentos de produtividade no setor, já que outras condições econômicas do país influenciam a PTF, e conseguem influenciar positivamente outras economias pelas interações inter-regionais dos sistemas econômicos. Contudo, se o país foi um importador líquido pelas telecomunicações do exterior, as políticas comerciais podem aprofundar a dependência do país por este setor.

Referências

- Arto, I., & Dietzenbacher, E. (2014). Drivers of the growth in global greenhouse gas emissions. *Environmental Science and Technology*, 48(10), 5388–5394. <https://doi.org/10.1021/es5005347>
- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177–200. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90047-0)
- Athreye, S., & Cantwell, J. (2007). Creating competition?. Globalisation and the emergence of new technology producers. *Research Policy*, 36(2), 209–226. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.11.002>
- Chakraborty, C., & Nandi, B. (2011). “Mainline” telecommunications infrastructure, levels of development and economic growth: Evidence from a panel of developing countries. *Telecommunications Policy*, 35(5), 441–449. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2011.03.004>
- Colecchia, A., & Schreyer, P. (2002). ICT investment and economic growth in the 1990s: Is the United States a unique case? *Review of Economic Dynamics*, 5(2), 408–442. <https://doi.org/10.1006/redy.2002.0170>
- Cronin, F. J., Colleran, E. K., Herbert, P. L., & Lewitzky, S. (1993). Telecommunications and growth. The contribution of telecommunications infrastructure investment to aggregate and sectoral productivity. *Telecommunications Policy*, 17(9), 677–690. [https://doi.org/10.1016/0308-5961\(93\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0308-5961(93)90039-6)
- Datta, P., & Mbarika, V. W. (2006). A global investigation of granger causality between information infrastructure investment and service-sector growth. *Information Society*, 22(3), 149–163. <https://doi.org/10.1080/01972240600677847>
- Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., Timmer, M., & de Vries, G. (2013). The construction of world input-output tables in the WIOD project. *Economic Systems Research*, 25(1), 71–98. <https://doi.org/10.1080/09535314.2012.761180>
- Dietzenbacher, E., van der Linden, J. A., & Steenge, A. E. (1993). The Regional Extraction Method: EC Input-Output Comparisons. *Economic Systems Research*, 5(2), 185–206. <https://doi.org/10.1080/09535319300000017>
- Dimelis, S. P., & Papaioannou, S. K. (2011). ICT growth effects at the industry level: A comparison between the US and the EU. *Information Economics and Policy*, 23(1), 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2010.03.004>
- Dvornik, D., & Sabolić, D. (2007). Telecommunication liberalization and economic development in European countries in transition. *Technology in Society*, 29(4), 378–387. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2007.08.002>
- Gruber, H. (2001). Competition and innovation: The diffusion of mobile telecommunications in Central and Eastern Europe. *Information Economics and Policy*, 13(1), 19–34. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(00\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(00)00028-7)
- Gruber, H., & Verboven, F. (2001). The diffusion of mobile telecommunications services in the European Union. *European Economic Review*, 45(3). [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(00\)00068-4](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(00)00068-4)
- Heber, F., & Fischer, T. (1997). Regulação do Estado e reformas nas telecomunicações. *Rev. Adm.*

Pública.

- Hoekstra, R., Michel, B., & Suh, S. (2016). The emission cost of international sourcing: using structural decomposition analysis to calculate the contribution of international sourcing to CO₂-emission growth. *Economic Systems Research*, 28(2), 151–167. <https://doi.org/10.1080/09535314.2016.1166099>
- Hong, J. P., Byun, J. E., & Kim, P. R. (2016). Structural changes and growth factors of the ICT industry in Korea: 1995-2009. *Telecommunications Policy*, 40(5), 502–513. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2015.08.001>
- Inkelaar, R., & Timmer, M. P. (2007). International comparisons of industry output, inputs and productivity levels: Methodology and new results. *Economic Systems Research*. <https://doi.org/10.1080/09535310701572040>
- Jha, R., & Majumdar, S. K. (1999). A matter of connections: OECD telecommunications sector productivity and the role of cellular technology diffusion. *Information Economics and Policy*, (11), 243–269. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(99\)00017-7](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(99)00017-7)
- Jones, C. I. (1995). R & D-Based Models of Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 103(4), 759–784. <https://doi.org/10.1086/262002>
- Jung, H. J., Na, K. Y., & Yoon, C. H. (2013). The role of ICT in Korea's economic growth: Productivity changes across industries since the 1990s. *Telecommunications Policy*, 37(4–5), 292–310. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.06.006>
- Kang, C. C. (2009). Privatization and production efficiency in Taiwan's telecommunications industry. *Telecommunications Policy*, 33(9), 495–505. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.04.002>
- Koszerek, D., Havik, K., Morrow, K. M., Roger, W., & Schonborn, F. (2007). An overview of the EU KLEMS Growth and Productivity Accounts. *European Economy*.
- Krammer, S. M. S. (2014). Assessing the relative importance of multiple channels for embodied and disembodied technological spillovers. *Technological Forecasting and Social Change*, 81, 272–286. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.02.006>
- Lam, P. L., & Shiu, A. (2008). Productivity analysis of the telecommunications sector in China. *Telecommunications Policy*, 32(8), 559–571. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2008.06.004>
- Lam, Pun Lee, & Lam, T. (2005). Total factor productivity measures for Hong Kong telephone. *Telecommunications Policy*, 29(1), 53–68. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2003.12.009>
- Lam, Pun Lee, & Shiu, A. (2010). Economic growth, telecommunications development and productivity growth of the telecommunications sector: Evidence around the world. *Telecommunications Policy*, 34(4), 185–199. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.12.001>
- Latif, Z., Mengke, Y., Danish, Latif, S., Ximei, L., Pathan, Z. H., ... Jianqiu, Z. (2018). The dynamics of ICT, foreign direct investment, globalization and economic growth: Panel estimation robust to heterogeneity and cross-sectional dependence. *Telematics and Informatics*, 35(2), 318–328. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.12.006>
- Li, W., & Xu, L. C. (2002). The political economy of privatization and competition: Cross-country evidence from the telecommunications sector. *Journal of Comparative Economics*. <https://doi.org/10.1006/jcec.2002.1791>
- Lien, D., & Peng, Y. (2001). Competition and production efficiency telecommunications in OECD countries. *Information Economics and Policy*, 13(1), 51–76. [https://doi.org/10.1016/S0167-6245\(00\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0167-6245(00)00030-5)
- Los, B., Timmer, M. P., & de Vries, G. J. (2015). How global are global value chains? A new approach to measure international fragmentation. *Journal of Regional Science*, 55(1), 66–92. <https://doi.org/10.1111/jors.12121>
- Mallidis, I., Dekker, R., & Vlachos, D. (2012). The impact of greening on supply chain design and cost: A case for a developing region. *Journal of Transport Geography*, 22, 118–128. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.007>
- MII - Ministry of industry and Information Technology of the People's Republic of China. (2017). Assinantes de telefone em abril de 2017. Retrieved from <http://www.miit.gov.cn/newweb/n1146312/n1146904/n1648372/c5653375/content.html>

- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). *Input - Output Analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge University Press. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626982>
- Miller, R. E., & Lahr, M. L. (2001). A Taxonomy of Extractions. In *Regional Science Perspectives in Economic Analysis*.
- Nadiri, M. I., Nandi, B., & Akoz, K. K. (2018). Impact of modern communication infrastructure on productivity, production structure and factor demands of US industries: Impact revisited. *Telecommunications Policy*, 42(6), 433–451. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2018.03.008>
- Niebel, T. (2018). ICT and economic growth – Comparing developing, emerging and developed countries. *World Development*, 104, 197–211. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.11.024>
- Perobelli, F. S., Haddad, E. A., & Domingues, E. P. (2009). Interdependence Among the Brazilian States: An Input–Output Approach. In M. Farshchi, O. E. M. Janne, & P. McCann (Eds.), *Technological change and mature industrial regions, firms, knowledge and policy*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Nair, M., Mittal, J., & Norman, N. R. (2017). Telecommunications infrastructure and usage and the FDI–growth nexus: evidence from Asian-21 countries. *Information Technology for Development*, 23(2), 235–260. <https://doi.org/10.1080/02681102.2016.1217822>
- Resende, M. (2008). Efficiency measurement and regulation in US telecommunications: A robustness analysis. *International Journal of Production Economics*, 114(1), 205–218. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.01.007>
- Rohman, I. K. (2013). The globalization and stagnation of the ICT sectors in European countries: An input-output analysis. *Telecommunications Policy*, 37(4–5), 387–399. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2012.05.001>
- Rohman, I. K., & Bohlin, E. (2014). Decomposition analysis of the telecommunications sector in Indonesia: What does the cellular era shed light on? *Telecommunications Policy*, 38(3), 248–263. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2013.10.006>
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71–102. <https://doi.org/10.3386/w3210>
- Silva, G. D. da, & Perobelli, F. S. (2018). Interconexões Setoriais e PIB per capita: há relação direta entre ambas as variáveis? *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 48(2), 251–282.
- Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 312–320. <https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.7b02551>
- Sridhar, K. S., & Sridhar, V. (2009). Telecommunications infrastructure and economic growth : evidence from developing countries. *Applied Econometrics and International Development*, 7(2). [https://doi.org/10.1016/0308-5961\(91\)90007-X](https://doi.org/10.1016/0308-5961(91)90007-X)
- Teleco, B. (2014). O desempenho do setor de telecomunicações no Brasil em 2014: Séries temporais, preparado pelo teleco para a Telebrasil. Brasília: Teleco.
- The World Trade Organization. (2011). World Trade Report – 2011- The WTO and preferential trade agreements: From co-existence to coherence. *World Trade Review*. <https://doi.org/10.1097/PCC.0b013e3182720473>
- Werthein, J. (2000). A sociedade da informação e seus desafios. *Ciência Da Informação*, 29(2), 71–77. <https://doi.org/10.1590/S0100-19652000000200009>
- World Bank. (2016). Digital transformations — Digital divides. In *In World development report 2016: Digital dividends*. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0671-1>
- World Bank Group. (2016). *World Development Report 2016: Digital Dividends*. Washington, D.C: World Bank Publications/ International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.