

**Insper Instituto de Ensino e Pesquisa**  
**Programa de Mestrado Profissional em Economia**

**André Ricardo Cerqueira do Carmo**

**TELECOMUNICAÇÕES, CRESCIMENTO E CONVERGÊNCIA DE RENDA: O  
PAPEL DAS TELEFONIAS FIXA E MÓVEL**

**São Paulo**

**2018**

**André Ricardo Cerqueira do Carmo**

**TELECOMUNICAÇÕES, CRESCIMENTO E CONVERGÊNCIA DE RENDA: O  
PAPEL DAS TELEFONIAS FIXA E MÓVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia dos Negócios.

Orientador: Prof. Dr. José Heleno Faro – Insper

**São Paulo**

**2018**

Do Carmo, André Ricardo Cerqueira

Telecomunicações, Crescimento e Convergência de Renda: O Papel das Telefonias Fixa e Móvel / André Ricardo Cerqueira do Carmo – São Paulo, 2018.

38 f.

Dissertação (Mestrado) – Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, 2018

Orientador: Prof. Dr. José Heleno Faro

1. Telecomunicações. 2. Crescimento 3. Convergência.

**André Ricardo Cerqueira do Carmo**

**TELECOMUNICAÇÕES, CRESCIMENTO E CONVERGÊNCIA DE RENDA: O  
PAPEL DAS TELEFONIAS FIXA E MÓVEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Economia do Insper Instituto de Ensino e Pesquisa, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia dos Negócios.

**Data de Aprovação:** \_\_ / \_\_ / \_\_

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. José Heleno Faro

Orientador

Insper

---

Prof. Dr. Eduardo Correia

Insper

---

Prof. Dr. Alexandre Gomes

UFSCar - Sorocaba

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus e a minha família e amigos por todo o apoio e compreensão durante este mestrado. Agradeço muito ao meu orientador José Heleno Faro pelo tempo dedicado a me ajudar durante a elaboração desta dissertação e por suas sugestões e comentários. Agradeço também aos colegas de turma pelo companheirismo e toda ajuda e a todos os professores do programa pelo aprendizado que recebi durante o curso.

## RESUMO

Esta dissertação busca investigar como as telecomunicações se relacionam com o crescimento econômico e se podem constituir base para a formação de clubes de convergência de renda entre os estados brasileiros. Para isso, um modelo de painel dinâmico e a metodologia encontrada em Barro e Sala-i-Martin (1992) foram utilizados. Os resultados confirmaram a existência de relações de causalidade entre as telecomunicações e o crescimento econômico. A telefonia móvel apresentou uma correlação positiva com a taxa de crescimento do produto *per capita*. A telefonia fixa, por sua vez, não apresentou resultado estatisticamente significativo, uma vez levada em conta a causalidade reversa entre as telecomunicações e o crescimento. Verificou-se ainda, a existência de três clubes de convergência entre os estados brasileiros ao separá-los de acordo com seu estoque de infraestrutura, a partir de uma análise de *cluster*.

**Palavras-chave:** Telecomunicações. Crescimento econômico. Convergência.

## ABSTRACT

This dissertation aims to investigate how telecommunications is related to economic growth and can constitute a basis for the formation of income convergence clubs among Brazilian states. For this, a dynamic panel model and the methodology found in Barro and Sala-i-Martin (1992) were used. The results confirm the existence of causal relations between telecommunications and economic growth. Mobile telephony showed a positive correlation with *per capita* growth rate. On the other hand, fixed telephony did not presents a statistically significant result, once the reverse causality between telecommunications and growth was taken into account. It was also verified the existence of three convergence clubs among the Brazilian states, separating them according to their infrastructure stock, based on a cluster analysis.

**Keywords:** Telecommunications. Economic growth. Convergence.

## RESUMO EXECUTIVO

O crescimento econômico é uma forma tradicional de se medir o desenvolvimento de um país ou região em um determinado período e a explicação das fontes que compõem este crescimento está entre as questões mais significativas que os economistas têm examinado. O setor de telecomunicações tem se tornado ponto fundamental para o desenvolvimento e o crescimento econômico em escala global. No Brasil, desde a criação da Telecomunicações Brasileiras S.A. (TELEBRAS) em 1972, este setor segue em constante expansão. A privatização da empresa, em 1998, contribuiu ainda mais para a popularização do serviço, que saltou de cerca de 17 milhões de linhas fixas e 4,5 milhões de celulares para 43,68 milhões e 257,81 milhões, respectivamente, em 2015. Cada vez mais as pessoas utilizam os serviços de telefonia para diversos fins ligados diretamente à atividades econômicas possibilitando, assim, vantagens como a redução no tempo e nos custos envolvidos em transações e em busca por informações relevantes.

Este trabalho propõe investigar como as telefonias fixa e móvel afetaram a economia brasileira em dois aspectos: primeiro, se o setor se comportou como um agente fomentador do crescimento econômico; e segundo, verificar se as telecomunicações podem constituir base para a formação de grupos semelhantes quando se diz respeito ao seu estoque de infraestrutura em telefonias fixa e móvel entre os estados brasileiros, nos quais as economias inicialmente mais pobres crescem à taxas maiores do que as economias inicialmente mais ricas (clubes de convergência de renda). A base de dados utilizada é composta por informações anuais de todos os estados brasileiros, no período de 2004 a 2015, referentes ao produto interno bruto (PIB) por habitante, ao número total de acessos aos serviços de telefonia fixa e móvel por grupo de 100 habitantes, à taxa de crescimento populacional e aos gastos governamentais com consumo e investimento.

Os resultados confirmaram o papel do setor de telecomunicações como agente fomentador do crescimento econômico brasileiro. A telefonia móvel apresentou uma correlação positiva com a taxa de crescimento do PIB por habitante. A telefonia fixa, por sua vez, não apresentou resultado estatisticamente significativo. Verificou-se ainda, a existência de três clubes de convergência de renda entre os estados brasileiros.



## Lista de Tabelas

Tabela 1 – Médias estaduais das variáveis.....	22
Tabela 2 – Sumário Estatístico .....	22
Tabela 3 – Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR).....	23
Tabela 4 – Resultados da regressão. Efeito Aleatório e Efeito Fixo .....	24
Tabela 5 - Resultados da regressão do modelo com dummies de ano .....	25
Tabela 6 – Coeficientes do estimador Arellano-Bond.....	26
Tabela 7 – Estimativas dos coeficientes de $\beta$ -convergência, tempo de meia-vida e coeficientes de variação para cada grupo e para o Brasil.....	27

## Sumário

1 Introdução.....	10
2 Revisão da Literatura.....	13
2.1 Telecomunicações e Crescimento Econômico .....	13
2.2 Convergência de Renda .....	15
3 Metodologia.....	16
4 Dados .....	21
5 Resultados.....	24
6 Conclusão .....	27
Referências .....	29
Anexo A – Evolução das Densidades de Acessos para Telefonias Fixa e Móvel.....	31

## 1 Introdução

Nas últimas décadas tem-se constatado que os avanços nos serviços de telecomunicações contribuíram significativamente para o crescimento econômico dos países. As evidências encontradas em diversos estudos, tanto para infraestrutura em telefonia fixa (MADDEN e SAVAGE, 2000 e RÖLLER e WAVERMAN, 2001) como em telefonia móvel (WARD e ZHENG, 2016) e a conexão banda larga (CASTALDO, FIORINI e MAGGI, 2015) suportam a idéia de que a presença de uma rede de telecomunicações bem estruturada<sup>1</sup> fomenta o crescimento econômico. Além do fato de investimentos na infraestrutura trazerem retornos diretos à economia devido ao aumento na demanda por cabos, comutadores, antenas etc., bem como na demanda pelos bens e serviços necessários para sua produção, temos outros fatores indiretos associados à qualidade da comunicação a longa distância que contribuem para o crescimento. Em países os quais o sistema de telefonia é rudimentar, as comunicações entre as empresas são limitadas e os custos de transação, de busca por informações e pesquisa de serviços são altos. À medida que o sistema de telecomunicações melhora é possível expandir as comunicações globais e facilitar a troca de informações entre diferentes agentes econômicos. As inovações tecnológicas nas telecomunicações reduzem os custos de comunicação, os custos de fazer negócios e facilitam a globalização da produção e dos mercados (LEFF, 1984).

Outro ponto importante relacionado à literatura de crescimento econômico é a análise de convergência de renda. A hipótese da convergência da teoria de crescimento neoclássica sugere que devido aos retornos decrescentes de capital, a taxa de crescimento de um país é inversamente proporcional ao seu nível de renda inicial. Isto implica um crescimento em ritmo mais acelerado das economias inicialmente mais pobres em comparação com as economias inicialmente mais ricas e a tendência por parte dos países a convergirem para uma taxa de crescimento comum estável, e é chamada de  $\beta$ -convergência. Outra hipótese presente em estudos empíricos a respeito do tema é a da  $\sigma$ -convergência, a qual está relacionada à dispersão das rendas *per capita* das regiões durante os sucessivos anos da análise. A ocorrência da  $\sigma$ -convergência é confirmada caso haja uma queda nessa dispersão de renda. As

---

<sup>1</sup> Por rede de telecomunicações bem estruturada entende-se toda infraestrutura necessária para suportar o tráfego de informações dos serviços de comunicação à longa distância, em seus diversos canais, demandado pelos usuários, de maneira contínua.

hipóteses de  $\beta$  e  $\sigma$  convergências estão diretamente relacionadas, uma vez que para haver  $\sigma$ -convergência é necessário, embora não suficiente, que haja  $\beta$ -convergência. A terceira hipótese, sugere que países ou regiões que são semelhantes em suas características estruturais convergem entre si, caso suas condições iniciais forem as mesmas, formando clubes de convergência de renda. Os clubes de convergência constituem uma forma mais fraca de convergência e uma pergunta natural é se as telecomunicações podem determinar a ocorrência de tais clubes.

Desde a criação da Telecomunicações Brasileiras S.A. (TELEBRAS) em 1972, o setor de telefonia segue em constante expansão. A privatização da empresa, em 1998, contribuiu ainda mais para a popularização do serviço, que saltou de cerca de 17 milhões de linhas fixas e 4,5 milhões de celulares para 43,68 milhões e 257,81 milhões, respectivamente, em 2015. Em janeiro de 2009, o número total de linhas telefônicas – Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC) e Serviço Móvel Pessoal (SMP) – ativas superou a população brasileira. Segundo a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), o país contava com cerca de 41 milhões de telefones fixos e aproximadamente 152 milhões de telefones móveis, somando 193 milhões de acessos, contra 191 milhões de habitantes. Observando-se a evolução no uso dos serviços de telefonia móvel e fixa<sup>2</sup> do Brasil, no período que compreende os anos de 2004 a 2015, nota-se o rápido crescimento que houve no número total de acessos<sup>3</sup> em telefonia móvel em todos os estados brasileiros, sem exceção. Com destaque para o estado do Piauí que, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 22%, saltou de 13,8 acessos por grupo de 100 habitantes<sup>4</sup> em 2004 para 122,5 acessos por grupo de 100 habitantes em 2015, i.e, mais de um acesso por habitante no estado do Piauí. Em contrapartida, houve uma queda no uso dos serviços de telefonia fixa para a maior parte dos estados, com exceção dos estados do Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo, que contaram com um CAGR de, respectivamente, 0,84%, 0,21% e 1,21%. A partir desses números, e com base nos artigos supracitados, é possível questionar qual o efeito que a variação no total de acessos em telefonia móvel e fixa, e conseqüentemente na expansão da infraestrutura das redes de telecomunicações, causou no crescimento econômico dos estados brasileiros no período analisado.

---

<sup>2</sup> Tabela 3.

<sup>3</sup> Entende-se por número de acessos a quantidade de linhas fixas e móveis ativas.

<sup>4</sup> A nomenclatura adotada pela Anatel para representar o número de acessos aos serviços de telefonia por grupo de 100 habitantes é densidade de acessos.

Dada a importância do setor de telecomunicações, que no Brasil, segundo relatório da Associação Brasileira de Telecomunicações (Telebrasil), movimentou cerca de 4% do produto nacional (R\$ 232 bilhões) e foi responsável por R\$ 28,6 bilhões em investimentos (3% da formação bruta de capital fixo) em 2015<sup>5</sup>. O presente trabalho analisa o papel que o estoque de infraestrutura em telefonia fixa e móvel, medido em número total de acessos por grupo de 100 habitantes, desempenha no crescimento econômico e na formação de clubes de convergência entre os estados brasileiros. Visa-se, portanto, investigar como a infraestrutura em telecomunicações afeta o crescimento econômico em dois aspectos: (i) analisar a existência de relações de causalidade entre serviços de telefonia (fixa e móvel) e o crescimento econômico dos estados brasileiros; (ii) verificar se as telecomunicações podem constituir base para a formação de clubes de convergência de renda no Brasil.

Os resultados confirmaram a existência de relações de causalidade entre as telecomunicações e o crescimento econômico. A telefonia móvel apresentou uma correlação positiva com a taxa de crescimento do produto *per capita*. A telefonia fixa, por sua vez, não apresentou resultado estatisticamente significativo, uma vez levada em conta a causalidade reversa entre as telecomunicações e o crescimento. Verificou-se ainda, a existência de três clubes de convergência de renda entre os estados brasileiros ao separá-los de acordo com seu estoque de infraestrutura, a partir de uma análise de *cluster*.

Tendo em vista que a grande maioria dos artigos relacionados ao assunto tem uma abordagem cross-country, este trabalho contribui para a literatura analisando o impacto do sistema de telecomunicações no crescimento econômico e na formação de clubes de convergência do Brasil, separando os dados da amostra para cada unidade federativa.

Além desta introdução, o presente trabalho está organizado da seguinte maneira: a seção 2 resume alguns dos principais estudos relacionados ao tema proposto; os dados são discutidos na seção 3; a seção 4 apresenta a metodologia e os modelos econométricos; os resultados são apresentados e discutidos na seção 5; e por fim, a seção 6 apresenta as conclusões do trabalho.

---

<sup>5</sup> Disponível em: <https://economiasdeservicos.com/2017/02/09/a-importancia-das-telecomunicacoes-para-o-crescimento-economico/>. Acessado em: 07/11/2018.

## 2 Revisão da Literatura

### 2.1 Telecomunicações e Crescimento Econômico

Dentre os trabalhos que verificam impacto do sistema de telefonia no crescimento econômico destaca-se Hardy (1980), um dos primeiros a investigar o potencial impacto do telefone para o crescimento econômico. A partir de dados de 15 países desenvolvidos e 45 países em desenvolvimento em um período de 1960 a 1973, o autor estimou o PIB per capita numa regressão utilizando como uma das variáveis explicativas o lag do número de telefones per capita. Os resultados indicaram que o telefone contribuiu para o desenvolvimento econômico dos países analisados.

A relação entre telecomunicações e crescimento econômico pode ser caracterizada através da análise do impacto da primeira variável nos custos de transação presentes na economia. Leff (1984) argumenta que a modernização das telecomunicações reduziu drasticamente os custos de transmitir informações. O autor ainda afirma que a expansão das telecomunicações facilita o fluxo de informações que são importantes para tomada de decisões econômicas e organizacionais e que tais condições diminuem os custos de aquisição de informações, que são particularmente importantes em países menos desenvolvidos. Norton (1992) argumenta que quando os custos de transação são altos o suficiente, os mercados para certos bens não existem, em consequência, a capacidade de explorar os ganhos de especialização de mão de obra serão limitadas. Logo, o produto agregado de uma economia será menor do que o de economias comparáveis com menores custos de transação e para reduzir tais custos é essencial que haja uma rede de telecomunicações moderna e bem estruturada. O autor, então, estimou o efeito da média do número de telefones por grupo de 100 habitantes na média da taxa de crescimento anual utilizando dados de 47 países para o período de 1957-1977. Os resultados da pesquisa indicaram que os serviços de telecomunicações contribuíram com o crescimento econômico dos países analisados.

Röller e Waverman (2001) investigaram como a infraestrutura em telecomunicações afetou o crescimento econômico de 21 países que fazem parte da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), no período de 1970 a 1990. Os autores estimaram um modelo estrutural, especificando um micromodelo de oferta e demanda para o

investimento em telecomunicações. Este micromodelo foi estimado juntamente com uma equação de produção macroeconômica e os autores concluíram que há uma relação causal significativamente positiva, especialmente onde há uma rede de operações bem estruturada.

Datta e Agarwal (2004) também utilizaram dados dos países que compõem a OCDE para estimar um modelo de painel dinâmico relacionando a taxa de crescimento real do PIB per capita dos países selecionados com as respectivas infraestruturas em telecomunicações. Os resultados, em harmonia com Röller e Waverman (2001), mostraram uma forte e positiva correlação entre a infraestrutura em telecomunicações e o crescimento econômico. Além deste impacto, os autores estimaram no mesmo modelo a variável que mede a infraestrutura com especificação quadrática. O coeficiente desta variável (negativa e estatisticamente significativa) indica retorno decrescente de escala, i.e., o efeito do investimento em telecomunicações está inversamente relacionado com seu nível anterior.

Waverman, Meschi e Fuss (2005) e Sridhar e Sridhar (2007) realizaram estudos para medir o impacto da infraestrutura em telecomunicações fixa e móvel no crescimento econômico de vários países em desenvolvimento. Ambos trabalhos concluíram que existe uma forte relação entre telefonia e desenvolvimento econômico e, que para os países em desenvolvimento, a contribuição da telefonia móvel para o produto é maior do que o da telefonia fixa. Segundo os autores, a telefonia móvel desempenha, nos países em desenvolvimento, o mesmo papel que a telefonia fixa desempenhou nos países desenvolvidos nas décadas de 80 e 90. Além disso, os efeitos dos serviços de telecomunicações (telefonia fixa e móvel) são complementares nos países ricos e substitutos nos países em desenvolvimento. Waverman, Meschi e Fuss (2005) ainda apontaram algumas ressalvas para estudos que examinam o impacto da expansão da telefonia móvel no crescimento de países em desenvolvimento. Primeiro, é um difícil demonstrar que a telefonia móvel contribui com as taxas de crescimento em países com baixo crescimento. Segundo, devido ao crescimento explosivo do número total de acessos em telefonia móvel, ao buscar explicar o crescimento econômico utilizando este dado como variável, pode se chegar a resultados controversos, como concluir que a telefonia móvel diminui o crescimento, pois seu número de acessos aumenta muito rápido com pouco crescimento econômico subjacente ocorrendo. Outra possibilidade é que o resultados poderiam indicar que todo crescimento foi causado devido a evolução do uso dos serviços de telefonia móvel.

Para averiguar o impacto da conexão banda larga no crescimento econômico de 23 países que fazem parte da OCDE, Castaldo, Fiorini e Maggi (2015) utilizaram o estimador de Arellano-Bond para painéis dinâmicos, no período que compreende os anos de 1996 a 2012. Os resultados confirmaram que a difusão da banda larga foi estatisticamente significativa e positivamente correlacionada com o crescimento real do PIB per capita dos países analisados.

Ward e Zheng (2016) avaliaram a contribuição dos serviços de telefonia fixa e móvel no crescimento econômico chinês. Foi utilizada uma abordagem separando os dados por província num período de 20 anos e basearam-se em uma estrutura de crescimento para painéis dinâmicos. Os resultados, em concordância com os obtidos por Waverman, Meschi e Fuss (2005) e Sridhar e Sridhar (2007), mostraram que a telefonia móvel contribuiu mais do que a telefonia fixa para o crescimento.

Nadiri e Nandi (2016) realizaram um estudo no qual foram resumidos vários outros trabalhos de diferentes pesquisadores com diferentes metodologias, que procuraram identificar os diferentes modos como os serviços de telecomunicações influenciaram as muitas atividades que impactam a economia. As descobertas empíricas revisadas neste artigo apoiaram a ideia das telecomunicações como uma importante fonte de crescimento econômico e da produtividade.

Billon, Crespo e Lera-López (2017) examinaram o impacto do uso da internet no crescimento econômico e até que ponto a desigualdade educacional afeta esse impacto. Os autores observaram, ao desagregar os dados por níveis de renda, que o uso da internet está positivamente associado ao crescimento econômico dos países de média e alta renda. Ainda, a desigualdade educacional influencia o impacto do uso da internet no crescimento econômico negativamente para países de média renda e positivamente para países de baixa renda. Estes resultados foram importantes para evidenciar a maneira na qual as desigualdades na educação podem limitar os resultados e benefícios econômicos derivados dos usos dos serviços de telecomunicações.

## **2.2 Convergência de Renda**

A questão da convergência de renda busca debater e explicar as diferenças existentes entre as taxas de crescimento de diferentes economias. Em modelos de crescimento neoclássicos, a taxa de crescimento do produto *per capita* tende a ser inversamente



relacionada ao seu nível inicial, sugerindo que economias com menores rendas crescem de modo mais acelerado do que as economias com maiores rendas, o que resulta, no longo prazo, em uma taxa de crescimento comum e estável para as diferentes economias. Isso foi empiricamente verificado por Barro e Sala-i-Martin (1991), que confirmaram a ocorrência de convergência para 47 estados americanos no período de 1880 a 1988. No Brasil, Ferreira e Ellery Jr. (1996) identificaram a existência de convergência de renda entre 23 estados brasileiros e um período de meia vida entre 36,8 e 56,4 anos.

A hipótese de clubes de convergência nos diz que países que são semelhantes em suas características estruturais convergem para um mesmo estado estacionário no longo prazo, desde que suas condições iniciais forem semelhantes. Faro, Alves e Fonte (2000) agregaram 66 microrregiões mineiras em quatro grupos, baseando-se na similaridade do nível educacional de cada microrregião, e constataram a existência de convergência do PIB *per capita*, todavia, cada grupo apresentou uma dinâmica diferenciada. Os grupos de baixo nível educacional apresentaram um PIB *per capita* muito inferior aos grupos com melhores níveis educacionais, além disso, nos grupos onde o nível de educação é mais homogêneo, a velocidade de convergência é superior e o período de meia vida é menor do que nos demais grupos. Alves e Fontes (2001) agruparam os municípios mineiros com base em suas configurações socioeconômicas, através da análise de cluster e identificaram 9 clubes de convergência entre os municípios, no período de 1985 a 1997.

### **3 Metodologia**

Para verificar o impacto da infraestrutura em telecomunicações no produto interno bruto dos estados brasileiros e no Distrito Federal é necessário especificar uma função de produção para retratar o crescimento da economia. Com o propósito de examinar os fatores determinantes para o crescimento econômico, Datta e Agarwal (2004) se baseiam nos trabalhos de Barro (1991), Levine e Renelt (1992) e Islam (1995) para propor um modelo de crescimento econômico expandido para incluir os efeitos da infraestrutura em telecomunicações no produto. Barro (1991) utilizou a taxa de crescimento médio do PIB *per capita* para um cross-section de 98 países no período de 1960 a 1985 e modelou esta taxa de crescimento com sendo explicada por variáveis que incluem o nível inicial do PIB *per capita*, o estoque da capital humano, medido pela taxa de matrícula escolar no ano de 1960 e a média

do consumo governamental em proporção ao PIB. Islam (1995) aplica um procedimento de estimação para dados em painel tomando como ponto de partida o modelo de crescimento neoclássico de Solow (1956), baseado em uma função de produção do tipo Cobb-Douglas:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

onde,  $Y$  é o produto,  $K$  é o capital,  $A$  é o progresso tecnológico e  $L$  é o trabalho. Presume-se que  $L$  e  $A$  cresçam exogenamente a taxas  $n$  e  $g$ , respectivamente:

$$L(t) = L(0)e^{nt} \quad (2)$$

$$A(t) = A(0)e^{gt} \quad (3)$$

O número de unidades de trabalho efetivas  $A(t)L(t)$  crescem à taxa  $n + g$ . O modelo assume que uma fração constante do produto,  $s$ , é investida. Definindo  $k$  como o estoque de capital por unidade de trabalho efetiva ( $k = K/AL$ ) e  $y$  como o nível de produção por unidade de trabalho efetiva ( $y = Y/AL$ ), a evolução de  $k$  é dada por:

$$\dot{k}(t) = s_k(t) \cdot y - (n + g + \delta)k(t) \quad (4)$$

onde  $\delta$  é a taxa de depreciação. A equação 4 converge para um *steady-state*  $k^*$  definido por:

$$k^* = \left( \frac{s}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (5)$$

Substituindo (5) em (1) e aplicando o logarítmo, chega-se a seguinte equação:

$$\ln \left[ \frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) \quad (6)$$

A equação 6 mostra como o produto *per capita* varia de acordo com o crescimento populacional e tecnológico e do capital físico. A taxa de crescimento do produto *per capita*, por sua vez, pode ser expressada da seguinte maneira:

$$g_y = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + (1 - \alpha)g_A \quad (7)$$

Onde  $g_y$  é a taxa de crescimento do produto *per capita* e  $g_A$  é o progresso tecnológico. Substituindo (4) em (7), chega-se à seguinte equação:

$$g_y = \alpha \left[ s_k y^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} A^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (\delta + n) \right] + (1 - \alpha)g_A \quad (8)$$

Assim, chega-se a taxa de crescimento do produto como função da taxa de investimento, do crescimento populacional e do progresso tecnológico. Seguindo Castaldo, Fiorini e Maggi (2015), neste trabalho é assumido que a penetração dos serviços de telecomunicações desempenha um papel importante dentro do progresso tecnológico, com  $g_A$  não mais sendo exógeno e idêntico entre os estados.

Diante disso, é possível determinar um modelo que capture o impacto dos serviços de telecomunicações no crescimento econômico dos estados brasileiros, no qual relaciona-se a taxa de crescimento do PIB real *per capita* à taxa de crescimento populacional e aos valores de investimentos fixos e consumo governamental como proporção do PIB real. Além disso, seguindo Islam (1995), a taxa de crescimento do PIB *per capita* defasado em um período é adicionado como componente dinâmico, o valor do PIB real *per capita* defasado em um período é inserido na equação para teste de convergência. Além dos fatores mencionados, que compõem a estrutura do modelo de crescimento econômico, são acrescentadas as densidades de acessos em telefonia fixa e móvel, que é a variável *proxy* para medir o estoque de infraestrutura no setor de telecomunicações<sup>6</sup> e que compõem parte importante dentro do progresso tecnológico. Tem-se, portanto, o seguinte modelo econométrico:

$$GRTH_{it} = a_0i + a_1GRTH_{i,t-1} + a_2\ln(PIB_{i,t-1}) + a_3\ln(FTEL_{it}) + a_4\ln(MTEL_{it}) + a_5POP_{it} + a_6CGOV_{it} + a_7INV_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

GRTH é a taxa de crescimento real do PIB *per capita*. PIB representa o PIB real *per capita* em milhares de reais. FTEL e MTEL são as densidades de acesso dos serviços de telefonia fixa e móvel respectivamente, medidos em número de acessos por grupo de 100 habitantes, e o esperado é que os sinais sejam positivos. POP denota a taxa de crescimento populacional.

<sup>6</sup> Röller e Waverman (2001) argumentam que o estoque de infraestrutura em telecomunicações é necessário, ao invés do investimento em telecomunicações, porque os consumidores demandam infraestrutura, não investimento *per se*.

Para esta variável, espera-se um sinal negativo, pois uma população menor implica um maior PIB *per capita*. CGOV é a fração do consumo governamental pelo PIB e INV é a fração de investimento fixo pelo PIB, deste, é esperado um sinal positivo.  $\varepsilon_{it}$  é o termo de erro aleatório<sup>7</sup>. As duas primeiras hipóteses serão validadas caso o efeito do serviço de telefonia móvel no crescimento for maior do que o efeito do serviço de telefonia fixa e o sinal de ambos os coeficientes for positivo.

Um ponto de fundamental importância a ser considerado, como já documentado na literatura, e tratado de maneira mais detalhada por Cronin *et al* (1991), é existência da causalidade reversa entre as densidades de acessos em telefonia fixa e móvel e o produto, ou seja, a medida em que a renda aumenta, a demanda pelos serviços de telefonia tendem a aumentar. Isto implica regressões com estimadores inconsistentes e viesados. Para tratar o problema da endogeneidade das variáveis, ocasionada pela causalidade reversa, é necessário encontrar instrumentos válidos que expliquem as densidades de acessos em telefonia, mas não afetem diretamente o produto. Em termos genéricos, para uma variável  $z$  ser um instrumento válido três condições devem ser satisfeitas: (i) a covariância entre a variável instrumental  $z$  e a variável explicativa endógena  $x$  deve ser diferente de zero –  $cov(z,x) \neq 0$ ; (ii) não deve haver covariância entre a variável instrumental  $z$  e o termo de erro  $\varepsilon$  –  $cov(z,\varepsilon) = 0$ ; e (iii) a variável instrumental  $z$  não deve afetar diretamente a variável dependente  $y$ . Considerando o problema de causalidade reversa e dada a difícil tarefa de encontrar instrumentos válidos, o presente trabalho segue Castaldo, Fiorini e Maggi (2015) e Billon, Crespo e Lera-López (2017), que utilizaram o estimador de Arellano-Bond<sup>8</sup> para lidar com a endogeneidade entre as variáveis.

A verificação da ocorrência de  $\beta$ -convergência segue a metodologia de Barro e Sala-i-Martin (1992) e pode ser obtida através da seguinte equação:

$$\frac{1}{T} \log \left( \frac{y_{i,t_0+T}}{y_{i,t_0}} \right) = B - \left( \frac{1 - e^{-\beta T}}{T} \right) \log(y_{i,t_0}) + \mu_t \quad (10)$$

<sup>7</sup> Sobre o comportamento dos resíduos as seguintes hipóteses são assumidas: o erro  $\varepsilon_{it}$  é normal e independente, com média 0 e variância  $\sigma_\varepsilon^2$ .

<sup>8</sup> Para mais detalhes ver Arellano e Bond (1992) e Arellano e Bover (1995).

Onde  $y_i$  é o PIB *per capita* do estado  $i$ ,  $B$  é constante e  $\mu$  é o termo de erro aleatório. Nesta equação, um valor de  $\beta > 0$  indica uma correlação negativa entre o crescimento e o logaritmo da renda inicial, implicando a existência de  $\beta$ -convergência entre as rendas dos estados.

Sabendo-se que regiões com características comuns tendem a convergir para um mesmo estado estacionário, formando-se, assim, clubes de convergência de renda, pode-se verificar se as telecomunicações constituem base para a formação de tais clubes no Brasil. Para isso é necessário separar os estados em grupos de acordo com suas similaridades quanto as densidades de acessos em telefonia móvel e fixa, o que permite identificar grupos mais homogêneos em relação ao estoque de infraestrutura em telecomunicações. Para tanto é utilizado o método *K-means* da análise de *cluster*, no qual os itens são agrupados baseando-se na sua distância em relação à uma centróide, um vetor com as médias das variáveis que descrevem os itens. Logo que concluído o agrupamento, as médias são recalculadas e os itens rearranjados seguindo o mesmo critério. O procedimento é feito quantas vezes necessário até a centróide de cada grupo convergir a um mesmo valor por duas iterações em sequência. Diante disso, a equação (10) é estimada considerando apenas os dados de cada grupo isoladamente. A caracterização de cada grupo como um clube de convergência se dará caso a ocorrência de  $\beta$ -convergência seja validada.

A partir dos coeficientes estimados, caso haja existência de convergência de renda, é possível calcular o período de meia-vida (MV), o qual mede o tempo necessário para reduzir à metade as diferenças entre o PIB *per capita* dos estados de cada grupo. Este período pode ser calculado seguindo a equação, onde  $\beta$  é o coeficiente estimado pela equação (10):

$$MV = \frac{\ln 2}{\beta} \quad (11)$$

A  $\sigma$ -convergência é a diminuição na dispersão entre as rendas *per capita* das áreas analisadas e pode ser testada através do coeficiente de variação, que é a razão entre o desvio-padrão e a média aritmética das observações. Valores iguais a zero para o coeficiente de variação indicam perfeita igualdade na distribuição de renda entre os estados. Vale ressaltar que para haver  $\sigma$ -convergência é necessário, mas não suficiente, que exista a ocorrência de  $\beta$ -convergência.

## 4 Dados

Os modelos propostos na seção anterior são estimados utilizando dados em painel para as 27 unidades federativas do Brasil no período de 2004 a 2015. O motivo para a escolha do período analisado é a disponibilidade dos dados de telecomunicações, que só estão disponíveis, por unidade federativa, de 2004 em diante e do PIB *per capita* estadual, que só se encontrava disponível até o ano de 2015. As informações sobre o número total de acessos em telefonia fixa e móvel de cada estado estão disponíveis nos arquivos do site da ANATEL. Os dados sobre o PIB *per capita* foram obtidos no site Ipeadata, a população residente de cada estado foi obtida no site do DATASUS. Os dados sobre despesas governamentais com consumo e investimentos fixos foram obtidos no site do Ministério da Fazenda – Secretaria do Tesouro Nacional (STN). Todos os valores monetários foram deflacionados utilizando o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). A tabela 1 mostra as médias das variáveis para cada estado, na tabela 2 encontra-se um resumo geral das estatísticas e a descrição das variáveis utilizadas.

Analisando os dados da tabela 1, verificamos os estados com as maiores médias para o PIB *per capita* foram o Distrito Federal (R\$40.023,79), São Paulo (R\$ 22.471,80) e Rio de Janeiro (R\$ 20.534,23). Os estados com as menores médias foram Alagoas (R\$6.280,63), Maranhão (R\$ 5.426,73) e Piauí (R\$ 5.328,86). Observando as taxas médias de crescimento do PIB real *per capita* é interessante destacar que o estado com a menor média *per capita*, Piauí, detém a maior taxa de crescimento médio do período, 8.16%, por outro lado, o Distrito Federal, com a maior renda *per capita* do país, obteve a menor taxa de crescimento médio, 4.06%. Tais evidências corroboram a hipótese da convergência, o qual diz que os estados e regiões mais pobres tendem a crescer mais rapidamente do que as áreas mais ricas, com uma tendência a convergirem para uma taxa de crescimento comum e estável. A análise desse tópico será aprofundada na apresentação dos resultados.

Tabela 1 – Médias estaduais das variáveis.

UF	PIB <i>per capita</i>	Varição do PIB	Densidade de acessos Telefonia Fixa	Densidade de Acessos Telefonia Móvel	Crescimento Populacional	Investimentos em proporção ao PIB	Gastos em proporção ao PIB
AC	R\$ 8.509,92	5,76%	10,26	79,79	2,49%	8,15%	42,03%
AL	R\$ 6.280,63	7,12%	7,65	78,91	1,14%	2,05%	20,31%
AM	R\$ 12.560,95	4,59%	10,19	75,73	2,22%	2,31%	16,21%
AP	R\$ 9.546,97	4,92%	8,71	86,33	3,08%	3,23%	32,33%
BA	R\$ 7.928,92	5,98%	11,34	76,69	1,06%	1,03%	16,16%
CE	R\$ 6.818,15	6,80%	8,81	81,39	1,16%	2,39%	18,40%
DF	R\$ 40.023,79	4,06%	33,27	163,99	2,43%	0,81%	9,27%
ES	R\$ 17.705,66	6,72%	20,26	86,38	1,59%	1,16%	13,67%
GO	R\$ 12.648,08	6,13%	18,49	101,18	1,85%	0,94%	13,70%
MA	R\$ 5.426,73	7,19%	5,94	55,57	1,36%	1,81%	17,89%
MG	R\$ 12.975,79	5,89%	19,19	91,18	0,99%	1,05%	13,91%
MS	R\$ 14.076,81	6,84%	17,98	101,87	1,69%	1,60%	18,10%
MT	R\$ 15.823,12	6,21%	15,01	100,24	1,75%	1,52%	15,03%
PA	R\$ 7.755,60	7,18%	7,16	71,19	1,83%	1,31%	14,89%
PB	R\$ 6.538,11	6,81%	8,44	75,98	1,02%	1,52%	19,19%
PE	R\$ 8.059,71	6,84%	11,54	91,50	1,14%	1,33%	18,94%
PI	R\$ 5.328,86	8,16%	7,04	71,60	0,76%	2,38%	24,09%
PR	R\$ 16.137,81	5,56%	24,54	94,59	1,01%	0,54%	10,04%
RJ	R\$ 20.534,23	6,07%	32,61	107,73	0,89%	0,82%	11,60%
RN	R\$ 8.097,58	7,05%	9,69	89,88	1,47%	1,16%	20,55%
RO	R\$ 10.704,27	5,88%	10,81	84,15	1,63%	2,04%	19,95%
RR	R\$ 10.501,80	4,40%	11,00	83,73	2,95%	3,63%	33,38%
RS	R\$ 16.727,32	4,94%	22,26	105,21	0,57%	0,37%	13,07%
SC	R\$ 18.323,57	5,64%	26,67	95,87	1,64%	0,68%	9,05%
SE	R\$ 8.916,58	5,49%	9,62	84,09	1,51%	1,24%	21,29%
SP	R\$ 22.471,80	5,19%	35,07	108,19	1,15%	0,62%	11,03%
TO	R\$ 8.992,64	6,11%	9,75	83,70	1,75%	5,01%	28,21%

Fontes: Ipeadata; Anatel; Datasus; e STN. Elaboração própria.

Tabela 2 – Sumário Estatístico.

Variável	Descrição	Média	Desvio		
			Padrão	Mínimo	Máximo
GRTH	Taxa de variação do PIB real <i>per capita</i>	0,061	0,077	-0,165	0,323
PIB	PIB <i>per capita</i> em valores constantes de 2005 (R\$)	12570,94	7531,08	3093,58	44503,2
FTEL	Número de acessos em telefonia fixa por 100 habitantes	15,235	8,516	4,641	38,012
MTEL	Número de acessos em telefonia móvel por 100 habitantes	89,877	40,847	13,52	219,466
POP	Taxa de crescimento populacional (%)	1,561	1,382	-4,239	9,041
INV	Investimentos fixos em proporção ao PIB	0,019	0,018	0,002	0,137
CGOV	Consumo governamental em proporção ao PIB	0,186	0,079	0,081	0,476

Fontes: Ipeadata; Anatel; Datasus; e STN. Elaboração própria.

A partir dos gráficos<sup>9</sup> da evolução das densidades de acessos em telefonia fixa e móvel verifica-se a tendência de queda no uso dos serviços de telefonia fixa para a grande maioria dos estados brasileiros, por outro lado, a densidade de acessos em telefonia móvel cresce em todos os estados. Esse crescimento é evidenciado pela tabela 3, a qual apresenta os valores iniciais e finais, dentro do período da amostra, para o PIB *per capita* e densidades de acessos em telefonia fixa e móvel (STFC e SMP, respectivamente) e as respectivas taxas de crescimento anual composta (CAGR). Como observado na tabela 3, com exceção de Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo, todos os outros estados apresentam um crescimento negativo na densidade de acessos em telefonia fixa, já o crescimento nos acessos em telefonia móvel foi positiva para todos os estados, sendo o Piauí como o estado com a maior taxa de crescimento do período (22%) e o Distrito Federal com a menor taxa de crescimento (6,57%). Observa-se, também que, em 2015, a maior parte dos estados já contava com mais de um acesso móvel por habitante.

Tabela 3 – Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR)

	PIB <i>per Capita</i> (R\$S)		CAGR	Acessos por 100		CAGR	Acessos por 100		CAGR
	2004	2015	(%) 2004-2015	habitantes - STFC	2015	(%) 2004-2015	habitantes - SMP	2015	(%) 2004-2015
AC	5962,18	9566,95	4,39%	13,3	10,5	-2,12%	27,3	100,2	12,54%
AL	4064,17	7831,18	6,14%	8,5	7,3	-1,40%	22,4	111,9	15,76%
AM	9087,55	12402,87	2,87%	12,1	8,3	-3,33%	31,0	94,2	10,64%
AP	6462,60	10202,41	4,24%	11,3	5,9	-5,70%	38,1	104,8	9,63%
BA	5423,10	9094,06	4,81%	11,8	10,2	-1,30%	18,9	109,4	17,33%
CE	4357,93	8277,89	6,01%	9,6	8,5	-1,07%	21,3	121,5	17,14%
DF	29427,07	41742,36	3,23%	33,6	33,3	-0,09%	95,7	192,6	6,57%
ES	11331,30	17283,28	3,91%	22,0	19,7	-0,98%	33,3	99,5	10,47%
GO	8261,08	14821,70	5,46%	20,8	18,3	-1,18%	39,2	129,1	11,44%
MA	3378,07	6414,04	6,00%	6,9	4,6	-3,54%	13,5	87,7	18,53%
MG	8783,52	14042,74	4,36%	19,5	19,1	-0,17%	33,7	118,4	12,09%
MS	8921,18	17683,80	6,42%	22,2	17,9	-1,94%	32,1	126,7	13,30%
MT	12733,17	18562,85	3,49%	17,3	14,9	-1,35%	41,0	127,4	10,85%
PA	4935,98	8999,52	5,61%	8,1	5,7	-3,11%	15,2	101,4	18,81%
PB	3941,47	7975,53	6,62%	10,4	8,1	-2,21%	14,2	118,6	21,31%
PE	4964,57	9477,72	6,05%	12,1	11,6	-0,39%	27,4	126,9	14,94%
PI	3093,58	6894,99	7,56%	8,1	6,2	-2,40%	13,8	122,5	22,00%
PR	11361,08	19055,86	4,81%	23,5	25,8	0,84%	37,5	127,7	11,78%
RJ	13782,58	22474,62	4,55%	31,9	32,6	0,21%	53,0	139,4	9,19%
RN	4953,32	9385,47	5,98%	11,6	8,6	-2,72%	26,4	124,4	15,12%
RO	7071,28	11668,71	4,66%	13,4	9,6	-2,99%	27,9	120,7	14,23%
RR	7105,03	11555,14	4,52%	13,6	10,1	-2,66%	32,2	94,9	10,32%
RS	12069,38	19164,06	4,29%	23,3	21,8	-0,62%	55,2	131,4	8,20%
SC	12644,00	20611,46	4,54%	25,1	24,2	-0,32%	41,7	124,7	10,47%
SE	5942,01	9700,03	4,56%	10,4	9,3	-1,01%	25,1	101,2	13,51%
SP	15240,73	24657,20	4,47%	32,1	36,6	1,21%	42,5	145,4	11,82%
TO	6138,52	10774,96	5,25%	11,8	9,5	-1,98%	23,7	121,5	16,04%

Fontes: Ipeadata; Anatel; Datasus; e STN. Elaboração própria.

<sup>9</sup> Anexo A.



## 5 Resultados

Os resultados das regressões<sup>10</sup> apresentados na tabela 4 são da estimação feita via Método Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) utilizando efeitos fixos e aleatórios e assumindo que as variáveis de telecomunicações são exógenas à variação do PIB *per capita*. Com a finalidade de avaliar a consistência do estimador de efeitos aleatórios em relação ao estimador de efeitos fixos, um teste de Hausman<sup>11</sup> foi elaborado para verificar qual modelo é mais adequado para este caso. Pela estatística do teste ( $\text{Prob} > \chi^2 = 0.0000$ ) rejeita-se a hipótese nula, logo o modelo de efeitos fixos é o mais indicado.

Tabela 4 – Resultados da regressão. Efeito Aleatório e Efeito Fixo.

Variável	Efeitos Aleatórios		Efeitos Fixos	
	Coefficiente	Estatística-Z	Coefficiente	Estatística-T
Intercepto	1,019***	8,74	5,078***	15,08
GRTH(t-1)	0,009	0,16	0,051	1,10
PIB(t-1)	-0,124***	-6,31	-0,669***	-15,75
FTEL	0,096***	6,16	0,154***	3,82
MTEL	-0,010	-0,74	0,220***	10,75
POP	0,003	1,03	-0,007**	-3,00
CGOV	-0,195	-2,08	-1,177***	-5,67
INV	0,879*	2,49	1,947***	5,23
R <sup>2</sup>	0,386		0,618	

Onde: \*\*\* significância ao nível de 1%; \*\* significância ao nível de 5%; \* significância ao nível 10%

Os resultados encontrados indicam uma correlação positiva entre a infraestrutura em telecomunicações e o crescimento econômico, tanto da telefonia fixa quanto da telefonia móvel. Observando as demais variáveis temos um sinal negativo para o coeficiente do PIB *per capita* defasado, indicando que os estados mais pobres vêm crescendo mais rapidamente do que os estados mais ricos do Brasil, o que evidencia a tendência de convergência das rendas a um nível comum no longo prazo, o que é consistente com a hipótese da convergência através de estados e regiões (Barro e Sala-i-Martin, 1991). Além disso, o sinal negativo da variável relacionada ao crescimento demográfico indica que o aumento populacional reduz a renda *per capita*, como era de se esperar. Outra variável que apresenta sinal negativo é a parcela do PIB com os gastos do governo em consumo, o que implica uma menor taxa de

<sup>10</sup> Todas as regressões deste trabalho foram realizadas no *software* Stata®.

<sup>11</sup> Hipóteses do teste de Hausman: H<sub>0</sub>: modelo de efeitos aleatórios; H<sub>A</sub>: modelo de efeitos fixos.

crescimento quanto maiores forem os gastos governamentais. Por outro lado, o crescimento será maior a medida em que aumentarem-se os gastos com investimentos fixos em maquinas e equipamentos.

A seguir, são apresentadas regressões, com e sem *dummies* de ano, para quatro especificações distintas: em (1) tem-se o modelo de crescimento sem as variáveis de telecomunicações; em (2) é apresentado o modelo com a variável relacionada à densidade de acessos em telefonia fixa inserida na equação; em (3) a variável da densidade de acessos em telefonia móvel substitui a densidade em telefonia fixa; e, finalmente, em (4) tem-se o modelo completo, com as duas variáveis de telecomunicações fazendo parte da equação. A tabela 5 apresenta os resultados obtidos a partir de regressões lineares via MQO.

Tabela 5 - Resultados da regressão do modelo com *dummies* de ano.

Variável	(1)		(2)		(3)		(4)	
	Coefficiente	Estatística-T	Coefficiente	Estatística-T	Coefficiente	Estatística-T	Coefficiente	Estatística-T
Intercepto	5,252***	9,96	5,217***	9,72	5,611***	10,48	5,536***	10,30
GRTH(t-1)	0,154***	2,72	0,153***	2,70	0,176***	3,13	0,176***	3,13
PIB(t-1)	-0,554***	-9,52	-0,554***	-9,51	-0,622***	-10,00	-0,634***	-10,10
FTEL			0,013	0,37			0,051	1,33
MTEL					0,067***	2,84	0,078***	3,12
POP	-0,007***	-2,95	-0,006***	-2,95	-0,007***	-3,18	-0,007***	-3,27
CGOV	-0,997***	-5,16	-0,988***	-5,06	-1,048***	-5,47	-1,022***	-5,32
INV	1,201***	3,39	1,203***	3,39	1,314***	3,73	1,338***	3,80
R <sup>2</sup>	0,573		0,579		0,582		0,604	

Onde: \*\*\* significância ao nível de 1%; \*\* significância ao nível de 5%; \* significância ao nível 10%

As diferentes especificações introduzem variadas combinações entre as densidades de acessos em telefonia fixa e móvel. A densidade de acessos em telefonia móvel está sempre associada ao crescimento econômico, o que não é o caso da densidade de acessos em telefonia fixa, cujos coeficientes não são estatisticamente significantes, i.e., não podem ser consideradas como relevantes para explicar a variação do PIB *per capita* dos estados.

Embora nesta primeira análise tenha-se verificado que a infraestrutura em telecomunicações, especialmente em telefonia móvel, é um fator relevante a ser considerado no crescimento econômico do Brasil, se faz necessário uma segunda análise considerando o problema da causalidade reversa entre telecomunicações e crescimento, que gera viés e inconsistência aos estimadores. Para contornar este problema, foi utilizado o estimador de Arellano-Bond.

Tabela 6 – Coeficientes do estimador Arellano-Bond.

Variável	(1)		(2)		(3)		(4)	
	Coeficiente	Estatística-T	Coeficiente	Estatística-T	Coeficiente	Estatística-T	Coeficiente	Estatística-T
Intercepto	12,075***	19,88	11,538***	16,51	11,216***	18,77	10,836***	17,56
GRTH(t-1)	0,238***	4,52	0,204***	3,50	0,228***	4,30	0,224***	4,22
PIB(t-1)	-0,660***	-19,39	-0,572***	-16,19	-0,641***	-18,10	-0,607***	-16,83
FTEL			-0,372	-0,37			-0,049	-0,60
MTEL					0,144***	6,38	0,124***	3,71
POP	-0,003*	-1,72	-0,004*	-1,69	-0,004**	-2,05	-0,004**	-2,20
CGOV	-1,194***	-5,43	-1,313***	-5,50	-1,266***	-5,83	-1,345***	-6,42
INV	1,969***	4,81	1,728***	3,84	2,008***	4,93	1,929***	4,82

Onde: \*\*\* significância ao nível de 1%; \*\* significância ao nível de 5%; \* significância ao nível 10%

A tabela 6 reporta os coeficientes obtidos na regressão utilizando o estimador de Arellano-Bond nas mesmas 4 especificações das regressões anteriores. Nota-se a não significância da telefonia fixa no crescimento dos estados, no período considerado neste trabalho. O sinal negativo pode ser explicado pela queda no uso desse serviço pela população no decorrer dos anos da amostra, como é evidenciado na tabela 3 e nos gráficos disponíveis em Anexo, e evidencia a inconsistência e viés nos estimadores quando não considerada a causalidade reversa entre as telecomunicações e o crescimento econômico. Por outro lado, a telefonia móvel se encontra sempre associada ao crescimento econômico com um impacto positivo e significativo para todas as especificações do modelo. Para as demais variáveis apresentadas, os resultados apresentaram coeficientes com sinais de acordo com o esperado, além disso, cabe destaque para o *lag* do PIB *per capita*, cujo coeficiente com sinal negativo e significativo para todas as especificações traz uma forte evidência de convergência entre os estados brasileiros.

Para verificar se as telecomunicações podem constituir base para a formação de clubes de convergência de renda no Brasil a equação (10) foi estimada através do método dos mínimos quadrados não lineares, cujos resultados estão dispostos na tabela 7. Para a separação dos grupos foi utilizada a análise de *cluster* pelo método *k-means*. Os grupos foram arranjados considerando o seu estoque de infraestrutura em telecomunicações, medido em densidade de acessos. Após o procedimento de clusterização, os estados foram divididos em 3 grupos de acordo com suas similaridades em relação às densidades de acessos em telefonia fixa e móvel. O grupo 1 conta com os estados do Acre, Alagoas, Amazonas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pará, Paraíba, Piauí e Tocantins. O grupo 2 conta com os estados do Amapá, Espírito Santo, Mato Grosso, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Rondônia,

Roraima e Sergipe. Ao grupo 3 pertencem os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e o Distrito Federal<sup>12</sup>.

A tabela 7 mostra os resultados das estimativas dos coeficientes de  $\beta$ -convergência. Ao lado, terceira coluna, encontram-se os períodos de meia vida e, por fim, os coeficientes de variação do produto *per capita*. Os resultados indicam a ocorrência de  $\beta$ -convergência em todos os grupos. O valor positivo e estatisticamente significativo dos coeficientes demonstram a condição na qual os estados mais pobres de um grupo crescem de maneira mais acelerada do que os estados mais ricos do mesmo grupo ao qual pertencem. Neste caso, portanto, tem-se a formação de clubes de convergência. O grupo 1 destaca-se por apresentar o menor período de meia vida entre os três grupos, o tempo necessário para reduzir à metade as desigualdades do PIB *per capita* entre os estados é de aproximadamente 16 anos<sup>13</sup>.

Partindo para a análise dos coeficientes de variação dos clubes de convergência, observa-se que nos grupos 2 e 3 e para o Brasil houve uma redução no coeficiente de variação do produto *per capita*, indicando  $\sigma$ -convergência. O grupo 1, por outro lado, contou com um aumento em seu valor do coeficiente de variação, descartando-se a ocorrência de  $\sigma$ -convergência e indicando a possível troca de posições entre os estados inicialmente mais ricos e aqueles inicialmente mais pobres.

Tabela 7 – Estimativas dos coeficientes de  $\beta$ -convergência, tempo de meia-vida e coeficientes de variação para cada grupo e para o Brasil.

Grupos	$\beta$	Meia Vida	Coeficiente de Variação	
			2004	2015
Grupo 1	0,0424***	16	0,208	0,227
Grupo 2	0,0224***	31	0,176	0,165
Grupo 3	0,0282**	25	0,197	0,149
Brasil	0,0147***	47	0,621	0,526

\*\*\* significância ao nível de 1%; \*\* significância ao nível de 5%

## 6 Conclusão

Neste trabalho buscou-se investigar relações de causalidade entre a infraestrutura em telecomunicações – serviços de telefonia fixa e móvel – e o crescimento econômico dos

<sup>12</sup> O Distrito Federal, que originalmente fazia parte do grupo 3, foi excluído da amostra por apresentar características díspares do restante, isto é, foi identificado como um *outlier*.

<sup>13</sup> Os períodos de meia vida apresentados na tabela 8, calculados a partir da equação (23), foram arredondados para os valores inteiros mais próximos.

estados brasileiros entre os anos de 2004 e 2015. Um modelo dinâmico foi estimado e o problema da causalidade reversa entre as variáveis de telecomunicações e o crescimento do produto foi tratado utilizando o estimador de Arellano-Bond. Os resultados, em uma primeira análise, indicaram uma contribuição importante das telecomunicações para o crescimento do produto brasileiro no período, com os serviços de telefonia móvel contribuindo mais para o crescimento do que os serviços de telefonia fixa, o que está em linha com a literatura revisada, confirmando a maior importância da telefonia móvel para o crescimento nos países em desenvolvimento. Uma vez considerado o problema da endogeneidade entre estas variáveis e o produto, apenas os serviços de telefonia móvel apresentaram um impacto positivo e estatisticamente significativo. Além disso, a queda nos acessos em telefonia fixa na grande maioria dos estados e a rápida difusão da telefonia móvel<sup>14</sup> em todo país no decorrer dos anos do período analisado sugerem a existência de substituição entre os dois serviços, o que justifica o maior impacto das redes móveis no crescimento<sup>15</sup>.

Outro objetivo deste estudo foi verificar se as telecomunicações poderiam constituir base para a formação de clubes de convergência de renda no Brasil. Seguindo a metodologia encontrada em Barro e Sala-i-Martin (1992), estimou-se um modelo utilizando o método dos mínimos quadrados não lineares. Os estados foram divididos em três grupos, separados através da análise de *cluster* considerando o estoque de infraestrutura em telecomunicações como fator para a constituição de clubes de convergência. Os resultados confirmaram a ocorrência de  $\beta$ -convergência para todos os três grupos, caracterizando-os como clubes de convergência. A análise do coeficiente de variação da renda indicou a ocorrência de  $\sigma$ -convergência em dois dos três clubes. O grupo 1 contou com um aumento em seu coeficiente de variação, o que sugere a troca de posições entre os estados mais ricos e aqueles inicialmente mais pobres, descartando-se a ocorrência de  $\sigma$ -convergência.

---

<sup>14</sup> Ver gráficos em anexo.

<sup>15</sup> Waverman, Meschi e Fuss (2005) argumentam que o impacto das telefonias fixa e móvel no crescimento são complementares nos países ricos e substitutos no países mais pobres.

## Referências

- ARELLANO, M.; BOND, S. “Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations.” *Review of Economic Studies*, 1991, 58(2), pp. 277-297.
- ARELLANO, M.; BOVER, O. “Another Look at the Instrumental Variables Estimation of Error-Components Models.” *Journal of Econometrics*, 1995, 68(1), pp. 29-51.
- BARRO, R. J., “Economic Growth in a Cross Section of Countries.” *Quarterly Journal of Economics*, 1991, 101, pp. 407-443.
- BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. “Convergence Across States and Regions” *Brookings Papers on Economic Activity*, 1991, 1, pp. 107-182.
- BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. “Convergence.” *Journal of Political Economy*, 1992, 100(2), pp. 223-251.
- BILLON, M.; CRESPO, J.; LERA-LÓPEZ, F. “Educational Inequalities: Do They Affect The Relationship Between Internet Use and Economic Growth?” *Information Development*, 2017, pp. 1-13.
- CASTALDO, A.; FIORINI, A.; MAGGI, B. “Measuring (in a time of crisis) the impact of broadband connections on economic growth: an OECD panel analysis.” *Public Finance Research Papers, Istituto di Economia e Finanza*, 2015.
- CRONIN, F. J.; PARKER, E. B.; COLLERAN, E. K.; GOLD, M. “Telecommunications Infrastructure and Economic Growth: An Analysis of Causality.” *Telecommunications Policy*, 1991, 15, pp. 529-535.
- DATTA, A.; AGARWAL, S. “Telecommunications and Economic Growth: A Panel Data Approach.” *Applied Economics*, 2004, 36(15), pp. 1649-1654.
- FARO, J. H., ALVES, L. F., FONTES, R. “Educação e Clubes de Convergência nas Microrregiões Mineiras.” *REUNA – Revista de Economia da Una*, 2000, 5(3), pp. 45-59.
- FERREIRA, P.; ELLERY JR., R. “Convergência Entre Renda *Per Capita* dos Estados Brasileiros.” *Revista de Econometria*, 1996, 16(1), pp. 88-103.

- HARDY, A. "The Role of Telephone in Economic Development." *Telecommunications Policy*, 1980, 4(4), pp. 278-286.
- ISLAM, N. "Growth Empirics: A Panel Data Approach." *Quarterly Journal of Economics*, 1995, 110, pp. 1127-1170.
- LEFF, N. H. "Externalities, Information Costs, and Social Benefit-Cost Analysis for Economic Development: An Example from Telecommunications." *Economic Development and Cultural Change*, 32(2), pp. 255-276.
- NADIRI, M. I.; NANDI, B. "Modern Communication Technology and Its Economic Impact: A Survey of Research Findings" *Digiworld Economic Journal*, 2015, 100, pp. 125.
- NORTON, S. W. "Transaction Costs, Telecommunications, and the Microeconomics of Macroeconomic Growth." *Economic Development and Cultural Change*, October 1992, 41(1), pp. 175-96.
- RÖLLER, L.; WAVERMAN, L. "Telecommunications Infrastructure and Economic Growth: A Simultaneous Approach." *American Economic Review*, 2001, 91(4), pp. 909-923.
- SOLOW, R. M. "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics*, 1956, pp. 65-94.
- SRIDHAR, K. S.; SRIDHAR, V. "Telecommunications Infrastructure and Economic Growth: Evidence from Developing Countries." *Applied Econometrics and International Development*, 2007, 7(2), pp. 37-61.
- WARD, M. R.; ZHENG, S. "Mobile Telecommunications Service and Economic Growth: Evidence from China." *Telecommunications Policy*, 2016, 40(2-3), pp. 89-101.
- WAVERMAN, L.; MESCHI, M.; FUSS, M. "The Impact of Telecoms on Economic Growth in Developing Countries." *Vodafone Policy Paper*, 2005,3, pp. 10-23.

### Anexo A – Evolução das Densidades de Acessos para Telefonias Fixa e Móvel.

#### Telefonia Fixa



#### Telefonia Móvel















