

# Medindo o impacto socioeconômico do desenvolvimento da infraestrutura de última milha no Brasil

Pau Puig Gabarró  
Raúl Katz  
Hernán Galperin  
Fernando Callorda  
Enrique Iglesias Rodríguez  
Antonio García Zaballos  
Marcos Robles  
Ramiro Valencia

Setor de Instituições para o  
Desenvolvimento

Divisão de Conectividade,  
Mercados e Finanças

NOTA TÉCNICA  
Nº IDB-TN-2429

# Medindo o impacto socioeconômico do desenvolvimento da infraestrutura de última milha no Brasil

Pau Puig Gabarró  
Raúl Katz  
Hernán Galperin  
Fernando Callorda  
Enrique Iglesias Rodríguez  
Antonio García Zaballos  
Marcos Robles  
Ramiro Valencia

Abril 2022

Catálogo na fonte fornecida pela  
Biblioteca Felipe Herrera do  
Banco Interamericano de Desenvolvimento

Medindo o impacto socioeconômico do desenvolvimento da infraestrutura de última milha no Brasil /  
Pau Puig Gabarró, Raúl Katz, Hernán Galperin, Fernando Callorda, Enrique Iglesias Rodríguez, Antonio García  
Zaballos, Marcos Robles, Ramiro Valencia.

p. cm. — (Nota técnica do BID ; 2429)

Inclui referências bibliográficas.

1. Infrastructure (Economics)-Brazil. 2. Information technology-Social aspects-Brazil. 3. Information  
technology-Economic aspects-Brazil. 4. Digital communications-Social aspects-Brazil. 5. Digital  
communications-Economic aspects-Brazil. 6. Internet in public administration-Brazil. 7. Public  
administration-Automation-Brazil. I. Puig Gabarró, Pau. II. Katz, Raúl. III. Galperin, Hernán. IV. Callorda,  
Fernando. V. Iglesias Rodríguez, Enrique. VI. García Zaballos, Antonio. VII. Robles, Marcos. VIII. Valencia,  
Ramiro. IX. Banco Interamericano de Desenvolvimento. Divisão de Conectividades, Mercados e Finanças.  
X. Série.

IDB-TN-2429

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desenvolvimento. A presente obra está sujeita a uma licença do tipo Creative Commons IGO 3.0 Reconhecimento não comercial sem obras derivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) e pode ser reproduzida para qualquer uso não comercial, mediante o respectivo crédito ao BID. Não são permitidas obras derivadas.

Qualquer disputa relacionada ao uso de obras do BID que não possa ser resolvida de forma amigável será submetida à arbitragem de acordo com as regras da UNCITRAL. O uso do nome do BID para qualquer finalidade que não o respectivo reconhecimento e o uso do logotipo do BID não são autorizados por esta licença de CC-IGO e exigem um contrato de licença adicional.

Observe que a URL inclui termos e condições adicionais desta licença.

As opiniões expressas nesta publicação são exclusivas dos autores e não necessariamente refletem a opinião do Banco Interamericano de Desenvolvimento, de sua Diretoria Executiva ou dos países que representa.



# Medindo o impacto socioeconômico do desenvolvimento da infraestrutura de última milha no Brasil

Pau Puig Gabarró, Raúl Katz, Hernán Galperin,  
Fernando Callorda, Enrique Iglesias Rodríguez, Antonio  
García Zaballos, Marcos Robles e Ramiro Valencia

Brasil



# Resumo

Este documento procura aprofundar a mensuração do impacto econômico e social do desenvolvimento de infraestrutura de telecomunicações de último quilômetro no Brasil, diferenciando a análise pelo contexto geográfico (municípios de baixa população ou altamente povoados), gênero e anos de educação formal, detalhando os efeitos e canais de transmissão, que ligam a implementação da infraestrutura de última milha com benefícios socioeconômicos. O acesso a estas informações pode ajudar o governo brasileiro a tomar decisões políticas públicas sobre a importância de estender a extensão da última milha.

Os resultados demonstram a importância de acompanhar a implementação da banda larga com políticas públicas que permitam um benefício equitativo da tecnologia. Neste sentido, é destacada a necessidade de realizar ações de alfabetização digital em municípios menos povoados, a fim de apoiar o uso da banda larga no tecido produtivo.

**Códigos JEL:** G18, G28, L96, L86, L42

**Palavras-chave:** infraestrutura digital, conectividade, inclusão, economia digital

# Autores

## **Pau Puig Gabarró**

Tem mestrado em gestão de negócios internacionais pela Universidade Internacional Menéndez Pelayo e mestrado em telecomunicações pela Universidad Pompeu Fabra. É especialista em telecomunicações no BID, onde presta apoio aos governos da América Latina e do Caribe para a reforma das políticas públicas em tecnologias digitais e o planejamento e execução de investimentos em infraestrutura de telecomunicações. Anteriormente, ele ocupou cargos semelhantes no Banco Mundial.

---

## **Raúl Katz**

Tem doutorado em ciência política e administração de empresas, mestrado em tecnologia e política da comunicação pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT) e mestrado e bacharelado em ciências da comunicação pela Université de Paris e MA em ciência política pela Université de Paris-Sorbonne. Passou 20 anos na Booz Allen & Hamilton como o sócio principal da área de telecomunicações das Américas e membro da equipe administrativa da empresa. É presidente da Telecom Advisory Services e diretor de pesquisa de estratégia empresarial do Columbia Institute for Tele-Information (CITI), Columbia Business School, bem como professor visitante do Programa de Gestão de Telecomunicações da Universidad de San Andrés.

---

## **Hernán Galperin**

É doutor e mestre em comunicação pela Stanford University e bacharel em sociologia e economia pela Universidad de Buenos Aires. Foi professor no Departamento de ciências sociais da Universidad de San Andrés e diretor do mestrado em tecnologias da informação e telecomunicações da mesma universidade. Atualmente, é professor associado e reitor associado da USC Annenberg School for Communication and Journalism da University of Southern California e diretor da Rede de Pesquisa Annenberg sobre Comunicação Internacional.

## **Fernando Callorda**

É mestre e bacharel em economia pela Universidad de San Andrés. Também é gerente de projetos na Telecom Advisory Services, LLC, pesquisador da Rede Nacional de Universidades Públicas da Argentina, e professor de economia política na Universidad Nacional de La Matanza (UNLAM). Antes de ingressar na Telecom Advisory Services, trabalhou como analista no congresso argentino e como auditor na Deloitte.

---

## **Enrique Iglesias Rodríguez**

É mestre em bancos e mercados financeiros pela Universidad Carlos III e mestre em telecomunicações pela Universidad Autónoma de Madrid. Ele é especialista em telecomunicações na Divisão de Conectividade, Mercados e Finanças do BID, onde tem apoiado governos da América Latina e do Caribe no desenvolvimento de agendas de banda larga e economia digital por operações de assistência técnica e empréstimos. Anteriormente, trabalhou como consultor de estratégia e operações em Madri, onde prestava serviços a empresas líderes em telecomunicações na América Latina e no Caribe e na Europa.

---

## **Antonio García Zaballos**

É doutor em economia pela Universidad Carlos III de Madri. Leciona finanças aplicadas à telecomunicações no Instituto de Empresa e Regulamentação Econômica na American University e na Johns Hopkins University. Ele é autor de várias publicações sobre aspectos econômicos e regulatórios aplicados ao setor de telecomunicações e é um dos principais especialistas em telecomunicações para a Administração de Instituições de Desenvolvimento do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Também trabalha como coordenador da plataforma de banda larga da mesma instituição. Tem ampla experiência no setor de telecomunicações, onde exerceu sua atividade profissional em diferentes cargos de responsabilidade. Na Deloitte Espanha, coordenou a prática regulatória para a América Latina e o Caribe. Antes disso, atuou como economista-chefe do Escritório de Estudos Econômicos de Regulamentação da Telefónica e diretor adjunto de Análise Econômica e Mercados da entidade reguladora no mesmo país.

Durante sua carreira profissional, ele tem assessorado reguladores, operadores de telecomunicações e governos em países como Arábia Saudita, Argentina, China, Equador, Paraguai, Polônia, República Tcheca e República Dominicana. É membro de vários comitês de especialistas técnicos, incluindo o Fórum Econômico Mundial (WEF), na iniciativa Internet para Todos, e na Comissão de Banda Larga das Nações Unidas.

---

## **Marcos Robles**

Tem mestrado em economia pelo Centro de Investigación y Docencia Económicas do México e também é economista de pesquisa no Setor Social do BID. Trabalhou anteriormente na Unidade de Pobreza e Desigualdade e no Departamento de Pesquisa da mesma instituição. Ele prestou apoio técnico a projetos do Banco relacionados à pobreza, desigualdade e direcionamento de programas sociais para os seguintes países: Equador, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru e República Dominicana. Antes de ingressar no BID, foi consultor do Instituto Nacional de Planejamento e do Instituto Nacional de Estatística, e gerente de Métodos Quantitativos da Maximixe Consulting no Peru. Também foi coordenador técnico do Programa de Melhoria de Pesquisas e Medição das Condições de Vida na América Latina e Caribe (MECOVI) do BID, do Banco Mundial e da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e do Projeto de Orçamento e Despesas Sociais do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) no Paraguai. Ele também foi professor de econometria e métodos quantitativos em várias universidades no México e no Peru. Seu campo de pesquisa se concentra em questões relacionadas à pobreza, desigualdade e assistência social.

---

## **Ramiro Valencia**

Tem mestrado em economia pela Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Equador, e é engenheiro eletrônico e de telecomunicações pela Escuela Politécnica Nacional de Ecuador. Atualmente, trabalha como consultor na Telecom Advisory Services LLC, antes da qual trabalhou por nove anos no Ministério de Telecomunicações e na Agência de Regulamentação e Controle de Telecomunicações do Equador, onde ocupou o cargo de diretor de análise estatística do mercado de telecomunicações.



# Índice

Resumo executivo	1
Introdução	12
<b>1. A natureza do problema a ser investigado</b>	<b>13</b>
<b>2. Hipóteses a considerar na análise</b>	<b>16</b>
<b>3. Modelos e resultados</b>	<b>18</b>
3.1. Metodologia	18
3.2. Dados utilizados	21
3.3. Resultados	26
3.4. Discussão dos resultados	47
Referências	51

# Resumo executivo

**O objetivo deste estudo é estimar o impacto socioeconômico resultante da implementação da infraestrutura digital de última milha no Brasil.**



A implementação e adoção da banda larga no Brasil evoluiu a um ritmo acelerado durante a última década. De acordo com dados da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), a penetração da banda larga fixa por domicílio<sup>1</sup> cresceu de 19% em 2008 a 51% em 2020. Isto implica que o Brasil está em um nível semelhante à média regional da América Latina e do Caribe, que alcançou 56% dos lares com o serviço até 2020.<sup>2</sup> Neste contexto de crescente penetração, como é o caso em todas as geografias do mundo, a absorção varia significativamente entre municípios escassamente povoados e municípios mais populosos. Em 2018, a banda larga fixa atingiu apenas 18% dos lares em municípios escassamente povoados,<sup>3</sup> enquanto que nos municípios com populações maiores (mais de 25.000 habitantes) a penetração foi de 51% dos lares.<sup>4</sup> Uma das principais variáveis que explicam esta diferença é a lacuna da oferta, ou seja, a cobertura limitada de serviços que existe fora dos municípios mais populosos.

<sup>1</sup> Entendido como o número de conexões de banda larga fixa relatado pelo regulador dividido pelo número de residências.

<sup>2</sup> Com base em dados da ITU (2020) e uma pesquisa do número de assinantes de banda larga fixa a partir de dados publicados pelos reguladores de telecomunicações da região.

<sup>3</sup> No Brasil, um município não é definido como urbano/rural pelo tamanho da população, mas com base em uma divisão administrativa que não corresponde aos dados disponíveis sobre a implantação de serviços. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indica diferentes alternativas com base no tamanho da população (25.000, 10.000, 3.000 habitantes). No entanto, dentro de cada município há observações rurais e urbanas. Por este motivo, este documento considerará os municípios por tamanho populacional, sem diferenciar estritamente entre urbano e rural.

<sup>4</sup> Os dados refletem a análise dos autores dos dados municipais de densidade de banda larga fixa publicados pela Anatel.

Neste quadro dicotômico, o governo brasileiro deve tomar decisões políticas públicas para estender o desdobramento da última milha. Se a evidência gerada no nível agregado em relação ao impacto socioeconômico da banda larga for aplicável a municípios com populações menores, a infraestrutura digital de última milha é uma alavanca que pode ajudar a remediar a lacuna no produto interno bruto (PIB) per capita entre municípios com populações maiores e aqueles com populações menores. Esta questão é ainda mais urgente no cenário criado pela pandemia: pesquisas recentes ligaram a implementação da infraestrutura de banda larga a uma maior resiliência econômica.<sup>5</sup>

Este ponto é o foco analítico deste documento, que procura aprofundar a medição do impacto econômico e social, diferenciando a análise pelo contexto geográfico (municípios de baixa população<sup>6</sup> ou altamente povoados), gênero e anos de educação formal, detalhando os efeitos, e canais de transmissão, ligando a implementação da infraestrutura de última milha com benefícios socioeconômicos. O acesso a estas informações pode ajudar o governo brasileiro a tomar decisões de políticas públicas sobre a importância de estender a extensão da última milha.

As evidências de pesquisa geradas até o momento permitem que uma série de hipóteses de trabalho sejam formalizadas para avaliação:

## HIPÓTESES



**H1:** Em termos econômicos (medido como PIB per capita), a implementação da banda larga tende a beneficiar municípios mais populosos do que os menos populosos, pois os mais populosos concentram os setores industriais com maior volume de transações e informações (por exemplo, serviços financeiros e atividades profissionais).

<sup>5</sup> Consulte García Zaballos et al. (2020), Katz, Jung e Callorda (2020) e Katz e Jung (2021).

<sup>6</sup> Definidos como aqueles com menos de 10.000, 25.000 ou 75.000 habitantes, dependendo da especificação de cada análise econométrica.

<sup>7</sup> Os únicos dados fornecidos pelo IBGE para o conjunto dos municípios são o PIB municipal; ele não fornece informações sobre o total ou a renda do trabalho.



**H2:** O impacto econômico que gera a conectividade (medido, como mencionado acima, em termos de PIB per capita) também se manifesta temporalmente: ele pode crescer com o tempo, como consequência de um aumento na experiência de uso do serviço.

---



**H3:** O impacto econômico (medido, neste estudo, em termos de PIB per capita) do acesso à banda larga é positivo para a população média do país.

---



**H4:** As melhorias econômicas no PIB per capita resultantes do acesso à banda larga são geradas principalmente por uma melhoria na qualidade do emprego dos habitantes.

---



**H5:** A introdução da banda larga em nível municipal leva a um aumento das matrículas escolares, o que tem um impacto sobre a taxa de alfabetização.

---



**H6:** A oferta de serviços de governo eletrônico associados à implementação da banda larga tem um efeito positivo sobre os indicadores econômicos.

---



**H7:** A introdução da banda larga em nível municipal gera um impacto positivo no desempenho do sistema de saúde.

## A análise busca avaliar as hipóteses mencionadas acima, usando a metodologia de diferenças em diferenças (*difference in differences*) em uma base de dados consolidada dos municípios brasileiros.

A análise se baseia em diferentes fontes de dados que oferecem informações em nível municipal entre 2007 e 2018. A medição da implementação da banda larga fixa se baseia nos dados de densidade de adoção da banda larga fixa municipal fornecidos pela Anatel. O PIB total e desagregado por componente (agrícola, industrial, serviços, setor público) é proveniente das bases de dados do IBGE. O estudo focaliza o impacto diferenciado da banda larga no PIB total e em cada um de seus componentes, a população empregada, o papel do governo eletrônico,<sup>8</sup> matrículas escolares, geração de empresas e o sistema de saúde local, avaliado com base na taxa de mortalidade infantil, de acordo com dados apresentados pelas agências estatísticas brasileiras e/ou pelos ministérios correspondentes (consulte detalhes na tabela 1). A falta de microdados em nível municipal é compensada pelos dados de quase todos os municípios do país para 2007-2018. Neste sentido, foram obtidas informações sobre o nível de adoção da banda larga fixa em nível municipal, matrículas escolares e nível de PIB per capita para todos os anos entre 2007 e 2018 para 5.321 dos 5.570 municípios do Brasil. Devido a esta falta de dados para o conjunto de municípios, em algumas análises os modelos foram especificados para um número menor de observações. Especificamente, no caso da análise sobre a população empregada, as informações estavam disponíveis para 4.961 municípios; sobre o número de empresas, para 5.014 municípios; e sobre a mortalidade infantil, para 2.193 municípios. Por último, deve ser observado que a falta de dados do painel em nível doméstico/individual tornou impossível a realização de regressões de diferenças neste nível de desagregação. Este problema foi resolvido com a geração de pseudo-painéis com base na média de cada município.

<sup>8</sup> Entendida como uma variável binária que indica o fornecimento de ferramentas digitais pelo governo municipal para a população (acesso à Internet para comunicação com os cidadãos ou formulários digitais, entre outros).

Para avaliar o impacto da implementação da infraestrutura da última milha na métrica do PIB, é especificado um modelo de diferença em diferenças, no qual a variável de impacto é o PIB per capita e o "tratamento" é quando cada município passa de não estar conectado à banda larga fixa para estar conectado à banda larga fixa, de acordo com a equação abaixo:

$$\text{Ln}(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Tratamento}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Ano}_t + \beta_3 \cdot \text{Município}_i + \beta_4 \cdot X_{it} + \mu_{it} \quad \textcircled{1}$$

Esta é uma regressão simples, que determina o efeito no PIB per capita gerado em um município no qual existe a possibilidade de acesso a uma oferta de serviços de banda larga em casa, onde:

$Y_{it}$ : PIB per capita.

$\text{Tratamento}_{it}$ : É a variável que distingue os grupos.

- 1: Para áreas com fornecimento de banda larga residencial, definidas como aqueles municípios onde pelo menos 10% dos lares adotaram o serviço.
- 0: Para áreas sem fornecimento de banda larga domiciliar, definidas como aqueles municípios onde menos de 10% dos domicílios aceitaram o serviço.

$\text{Ano}_t$ : Corresponde a um efeito fixo para cada ano entre 2007 e 2018.

$\text{Município}_i$ : Corresponde a um efeito fixo para cada município incluído na regressão.

$X_{it}$ : É uma matriz de outras variáveis independentes que são usadas como controles em algumas especificações, como o crescimento na matrícula escolar (medido como o número de pessoas matriculadas no sistema de ensino básico como uma porcentagem da população).

$\mu_{it}$ : O termo de erro.

Em relação à variável dependente, diferentes modelos econométricos são aplicados, considerando tanto o PIB per capita total quanto o impacto sobre cada um de seus componentes (agrícola, industrial, serviços e setor público).

Diferentes especificações dos modelos econométricos são feitas para as variáveis independentes para cada análise. Primeiro, é avaliada a relação direta entre o tratamento e o PIB per capita. Posteriormente, entendendo-se que a amostra contém uma porcentagem significativa de municípios muito pequenos, cada observação é ponderada pelo tamanho da população do município. Este agregado metodológico evita a super-representação nos resultados dos municípios com populações muito pequenas, que são, além disso, aqueles com as maiores flutuações do PIB per capita. Por fim, uma terceira especificação é considerada, na qual um controle para a mudança na matrícula escolar é também incluído como aproximação para o nível educacional do município. Todas as especificações incluem controles para efeitos fixos anuais (uma variável binária para cada ano incluído na regressão) e município (uma variável binária para cada município incluído na regressão).

Também introduzimos uma análise que procura medir o impacto temporal sobre o PIB per capita. Para este fim, a estrutura da equação ① é mantida, embora dois termos de controle adicionais sejam adicionados: um que mede a interação do tratamento (início do fornecimento de banda larga fixa em casa) entre 2007 e 2010; e outro, que mede a interação do tratamento no caso de o tratamento ter sido realizado entre 2011 e 2014.

Além de analisar o impacto da banda larga fixa em casa sobre o PIB per capita, a contribuição desta oferta para outros indicadores é estudada. Primeiro, se estima o impacto em termos de melhoria do sistema educacional. Para este fim, usamos o indicador sobre o crescimento da matrícula escolar em nível municipal, que mede o número de pessoas matriculadas no sistema escolar de educação básica.<sup>9</sup> A metodologia é a mesma que a equação ①, embora neste caso a variável dependente seja o logaritmo natural da matrícula na escola.

Ao mesmo tempo, se especifica um modelo adicional para analisar o impacto específico da oferta de serviços de governo eletrônico em nível municipal.

<sup>9</sup> Com base nos dados fornecidos por INEP (2021).

Neste caso, a estrutura da equação ① é mantida ao adicionar um termo que marca a presença ou não da prestação de serviços de governo eletrônico, com base em dados de 2009 (extrapolando essa observação para 2007 a 2011), 2012 (extrapolado para 2013) e 2014 (extrapolado para 2015 a 2018).<sup>10</sup> Reconhece-se que, como o número de anos com estatísticas é pequeno, a robustez dos resultados não é a ideal. No entanto, como foram obtidos resultados estatisticamente significativos, foi decidido incluir a análise.

Posteriormente, a fim de medir a contribuição para o emprego, foi analisado o impacto sobre a população empregada. Para este modelo, a estrutura da equação ① é mantida, mas a variável dependente representa o número de pessoas empregadas em relação ao total da população registrada no município, de acordo com os dados do IBGE. Além disso, foi construído um modelo adicional no qual a variável dependente representa o logaritmo natural do número total de empresas presentes em um município, também segundo o IBGE, para determinar se o crescimento do emprego se deve à criação de novas empresas ou ao aumento do número de empregados nos estabelecimentos existentes.

Por último, um modelo final foi considerado a fim de estimar o impacto da introdução da provisão de banda larga doméstica no sistema de saúde local. Para este modelo, a estrutura da equação ① é mantida, mas a variável dependente é agora representada pela taxa de mortalidade infantil, ou seja, a proporção de mortes de crianças com menos de um ano de idade em relação ao total de nascimentos multiplicada por 1.000, com base em dados do Ministério da Saúde do Brasil.

Os resultados da análise em termos das hipóteses apresentadas acima permitem tirar as seguintes conclusões:

<sup>10</sup> Por outro lado, foi feita uma tentativa de interagir a introdução do governo eletrônico com a variável tratamento, mas o número de observações onde ocorrem mudanças em ambos os indicadores no período analisado foi muito pequeno para obter resultados significativos.



## CONCLUSÕES



**C1:** Confirma-se a hipótese de que, em termos de crescimento do PIB per capita, a implementação da banda larga tende a beneficiar municípios com populações maiores do que municípios menos populosos. Em municípios com mais de 25.000 habitantes, o PIB total per capita aumenta 5,04%, em comparação com um impacto direto não significativo em municípios com menos de 25.000 habitantes. Isto porque os centros metropolitanos concentram os setores industriais com a maior intensidade de transações e fluxo de informações (por exemplo, serviços financeiros e atividades profissionais). Portanto, em municípios com mais de 25.000 habitantes, o PIB industrial per capita aumenta 8,86%, em comparação com um aumento de 7,05% nos serviços, 2,39% no setor público e um efeito neutro na agricultura. Enquanto isso, em municípios com menos de 25.000 habitantes, são detectadas mudanças intersetoriais, com o PIB agrícola per capita aumentando, em detrimento do PIB per capita industrial, de serviços e do setor público.



**C2:** Se confirma a hipótese de que o impacto no PIB per capita aumenta temporariamente devido a um aumento na experiência de utilização do serviço. Para os municípios nos quais o serviço foi introduzido entre 2007 e 2010, obtemos um impacto no PIB per capita médio de R\$1.894. O impacto é menor para os municípios que adotaram o serviço entre 2011 e 2014, onde o aumento do PIB per capita médio total atinge R\$649. Por fim, nos municípios que incorporaram o serviço após 2014, observa-se um efeito negativo no PIB total per capita médio de -R\$1.317.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> As municipalidades que adotaram o serviço antes de 2014 tiveram um efeito neutro em curto prazo. O efeito negativo em curto prazo para os municípios que incorporaram o serviço após 2014 pode ser explicado pelo contexto econômico do país, que, segundo dados do Banco Mundial, viu uma queda de 26% no PIB per capita medido em dólares entre 2014 e 2019.



**C3:** A hipótese de que o impacto econômico (medido em termos de PIB per capita) do acesso à banda larga é positivo para a população média do país é confirmada. Especificamente, constata-se que o fornecimento de banda larga em casa tem um impacto positivo de 4,57% (R\$ 970) sobre o PIB per capita.



**C4:** Confirma-se a hipótese de que as melhorias econômicas no PIB per capita como resultado do fornecimento de banda larga são geradas principalmente por uma melhoria na qualidade do emprego dos habitantes, por mais empregos nas empresas incumbentes. Observa-se que a introdução da banda larga fixa em casa leva a um aumento de 5,88% no nível de população empregada. Este efeito é ainda maior para os municípios com mais de 25.000 habitantes (7,09%), o que explica porque são obtidos resultados significativos no crescimento do PIB per capita nestas áreas. Este efeito se dá especialmente pelo aumento do emprego em empresas preexistentes, pois não se observam mudanças significativas na criação de novas empresas: apenas 0,06% em municípios com menos de 25.000 habitantes.



**C5:** A hipótese de que o fornecimento de banda larga em nível municipal leva a um aumento na matrícula escolar é comprovada em municípios com menos de 25.000 habitantes. Em municípios com menos de 10.000 habitantes, a introdução da banda larga no nível doméstico leva a um crescimento de 0,61% no número de matrículas escolares. No longo prazo, este efeito acabará contribuindo para um aumento do PIB per capita. Este resultado implica que, embora nenhum efeito positivo sobre o PIB total per capita tenha sido encontrado no período em análise nos municípios com menor população, espera-se que, em longo prazo, haja um impacto positivo pelo canal de educação. Resultados semelhantes são obtidos para municípios com 10.000 a 25.000 habitantes, embora com uma magnitude maior: 1,28% de crescimento na matrícula. O efeito desaparece em municípios com mais de 25.000 habitantes.



**C6:** A hipótese de que a provisão de governo eletrônico em nível municipal gera um efeito positivo nos indicadores econômicos, assim como a provisão de banda larga, é testada para municípios com menos de 25.000 habitantes. Embora não tenha um impacto significativo no PIB total per capita, nos municípios com menos de 25.000 habitantes, o efeito é positivo e significativo. Nesses municípios, a introdução de um programa de governo eletrônico em nível municipal produz um aumento do PIB total per capita de 1,04%. Este resultado e o da hipótese 5 demonstram que em contextos de municípios menos povoados, onde o analfabetismo digital é maior, os canais de contribuição para o impacto econômico são diferentes: maior matrícula escolar e desenvolvimento de incentivos para o uso de serviços, como o governo eletrônico.



**C7:** A hipótese de que a introdução da banda larga em nível municipal gera um impacto positivo na métrica de saúde é testada para municípios com menos de 75.000 habitantes. Os dados do Brasil nos permitem estimar um impacto adicional, embora para um grupo limitado de municípios que apresentam dados de mortalidade infantil para o período em análise. Os resultados deste modelo indicam que o fornecimento de banda larga fixa em uma base indiferenciada não tem um efeito significativo na redução da mortalidade infantil para o período em análise. Os resultados deste modelo indicam que a oferta de banda larga fixa de maneira indeferenciada bñi produz um efeito significativo na redução da mortalidade infantil. De todas as formas, o sinal da variável correspondente na correlação é negativo, o que marca que a oferta de banda larga reduz a mortalidade infantil. Este resultado torna-se significativo para os municípios que, em média, no período em análise têm menos de 75.000 habitantes, nos quais a provisão de banda larga gera uma redução na mortalidade infantil de 2,31%. Em municípios menores, este efeito pode estar associado ao fato de que a chegada do fornecimento de banda larga permite o desenvolvimento da telemedicina, o que melhora o sistema de saúde local.

O conjunto de evidências oferece uma base empírica valiosa para formular estratégias para implementar a infraestrutura digital de última milha e suprir as lacunas da demanda. Especificamente, estes resultados mostram que a implementação da banda larga pode aumentar a desigualdade entre os municípios dependendo do tamanho de sua população, o que torna necessário acompanhar a medida com políticas públicas que permitam um benefício equitativo da tecnologia. Neste sentido, é destacada a necessidade de realizar ações de alfabetização digital em municípios menos povoados, a fim de apoiar o uso da banda larga no tecido produtivo. Caso contrário, o impacto da conectividade no PIB per capita é limitado às áreas mais povoadas, onde estão localizados os setores com maior desenvolvimento tecnológico.

# Introdução

**O objetivo do estudo é estimar o impacto socioeconômico da implementação da infraestrutura digital de última milha na América Latina e no Caribe.**

O relatório está organizado da seguinte forma: o **capítulo 1** explica as razões por trás da necessidade de estudar esta questão. As hipóteses de trabalho do **capítulo 2** retomam as apresentadas pela literatura especializada, embora outras hipóteses relacionadas à escolaridade, governo eletrônico e sistema de saúde estejam incluídas, cuja análise é possível devido à disponibilidade de dados no Brasil. O **capítulo 3** apresenta a metodologia utilizada, os dados obtidos, os resultados e a discussão desses resultados.

# 1. A natureza do problema a ser investigado

O impacto econômico da implementação da infraestrutura digital de última milha (na maioria dos casos denominada banda larga) tem sido estudado de forma agregada em nível nacional em numerosos estudos de pesquisa nas últimas três décadas.

As análises evoluíram do uso de uma metodologia puramente correlacional ao desenvolvimento de modelos estruturais, com a intenção de demonstrar o valor econômico da adoção da banda larga, fixa ou móvel (Crandall, Lehr e Litan, 2007; Czernich et al, 2009; Koutroumpis, 2009; Ferrés, 2011; Katz e Koutroumpis, 2012a, 2012b; Atif, Endres e Macdonald, 2012; Gallego e Gutiérrez, 2013; Katz e Callorda, 2020; Katz, Jung e Callorda, 2020). Na maioria desta pesquisa, a metodologia utilizada baseia-se na análise de variáveis independentes em nível nacional (por exemplo, penetração da banda larga fixa ou móvel) e variáveis dependentes como o produto interno bruto (PIB) per capita e a criação de empregos. A conclusão geral é que, com algumas exceções, a adoção da banda larga leva a uma série de externalidades positivas: crescimento econômico, criação de empregos, maior renda per capita, produtividade e desenvolvimento do empreendedorismo.

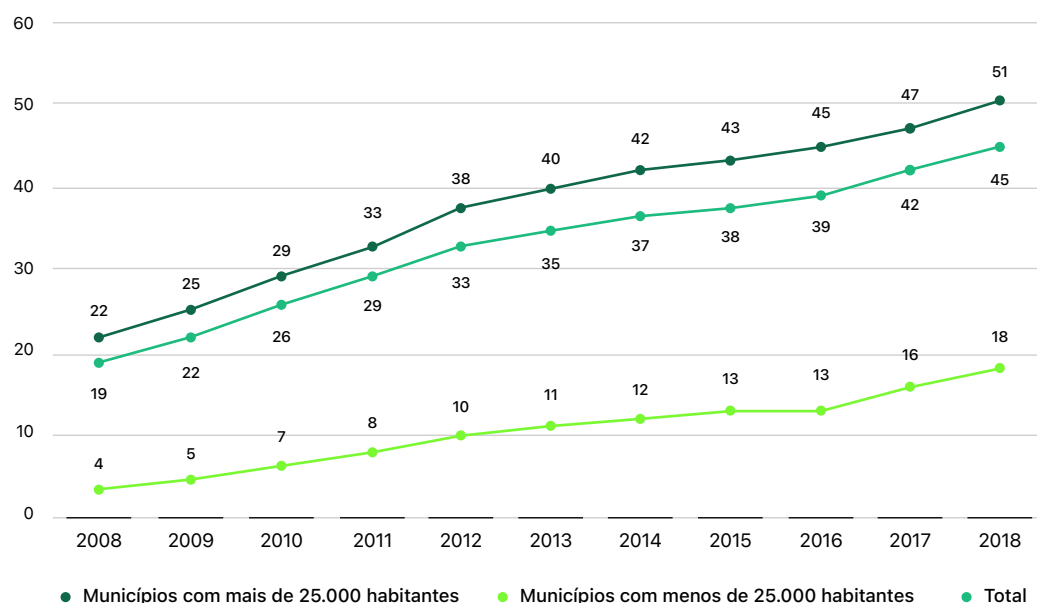
A implementação e aceitação da banda larga no Brasil têm evoluído a um ritmo acelerado na última década. De acordo com dados da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), a penetração da banda larga fixa por domicílio<sup>12</sup> expandiu-se de 19% em 2008 para 51% em 2020. Isto implica que o Brasil está em um nível semelhante à média regional da América Latina e do Caribe, que alcançou 56% dos lares com o serviço até 2020.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Entendido como o número de conexões de banda larga fixa relatado pelo regulador dividido pelo número de residências.

<sup>13</sup> Com base na UIT (2020) e um levantamento do número de assinantes de banda larga fixa com base em dados publicados pelos reguladores de telecomunicações da região.

Neste contexto de crescente penetração, como é o caso em todas as geografias do mundo, a absorção varia significativamente entre municípios escassamente povoados e municípios mais populosos. Em 2018, a banda larga fixa atingiu apenas 18% dos lares em municípios escassamente povoados,<sup>14</sup> enquanto nos municípios com populações maiores (mais de 25.000 habitantes) a penetração atingiu 51% dos lares (consulte a Figura 1).<sup>15</sup>

**Gráfico 1. Adoção total de banda larga doméstica em municípios de baixa e alta densidade populacional no Brasil, 2008-2018 (em %)**



Fonte: elaboração própria com base em dados municipais sobre densidade de banda larga fixa publicados pela Anatel.

<sup>14</sup> No Brasil, um município não é definido como urbano/rural pelo tamanho da população, mas com base em uma divisão administrativa que não corresponde aos dados disponíveis sobre a implementação de serviços. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indica diferentes alternativas com base no tamanho da população (25.000, 10.000, 3.000), mas dentro de cada município há observações rurais e urbanas. Por este motivo, este documento considerará os municípios por tamanho populacional, sem diferenciar estritamente entre urbano e rural.

<sup>15</sup> Análise dos autores dos dados de densidade de banda larga fixa municipal publicada pela ANATEL.

Uma das principais variáveis que explicam esta diferença é a lacuna de oferta, ou seja, a cobertura limitada de serviços que existe fora dos municípios mais populosos. Neste quadro dicotômico, o governo brasileiro deve tomar decisões políticas para estender o desdobramento da última milha. Se a evidência gerada no nível agregado em relação ao impacto socioeconômico da banda larga for aplicável a municípios com populações menores, a infraestrutura digital de última milha é uma alavanca que pode ajudar a remediar a diferença do PIB per capita entre municípios com populações maiores e menos povoadas. Esta questão é ainda mais urgente no cenário criado pela pandemia: pesquisas recentes ligaram a implementação da infraestrutura de banda larga a uma maior resiliência econômica.<sup>16</sup> Este é o foco analítico deste documento, que procura aprofundar a medição do impacto econômico e social, diferenciando a análise pelo contexto geográfico (municípios de baixa população<sup>17</sup> ou altamente povoados), gênero e anos de educação formal, detalhando os efeitos, e os canais de transmissão, ligando a implementação de infraestrutura de última milha com benefícios socioeconômicos. O acesso a estas informações pode ajudar o governo brasileiro a tomar decisões políticas públicas sobre a importância de estender a extensão da última milha.

<sup>16</sup> Consulte García Zaballos et al. (2020), Katz, Jung e Callorda (2020) e Katz e Jung (2021).

<sup>17</sup> Definidos como aqueles com menos de 10.000, 25.000 ou 75.000 habitantes, dependendo da especificação de cada análise econométrica.



## 2. Hipóteses a considerar na análise

O estudo do impacto diferencial urbano/rural (entendido neste trabalho como o impacto diferencial em municípios altamente povoados e pouco povoados), ambos utilizando o método dos mínimos quadrados comuns com efeitos fixos e as metodologias de *correspondência de propensão* e diferença em diferenças, começou a gerar evidências importantes sobre o impacto diferencial na renda, na criação de empregos e no aumento do empreendedorismo. Da mesma maneira, as evidências também começaram a estabelecer outras dimensões de impacto, tais como a temporalidade, ou seja, o tempo necessário para que o efeito econômico da implementação da infraestrutura se concretize em municípios menos povoados. Esta evidência permite a formalização de uma série de hipóteses de trabalho a serem avaliadas:

### HIPÓTESE

---



**H1:** Em termos econômicos (medido como PIB per capita),<sup>18</sup> a implementação da banda larga tende a beneficiar municípios mais populosos do que os menos populosos, pois municípios mais populosos concentram os setores industriais mais intensivos em transações e informações (por exemplo, serviços financeiros, atividades profissionais).



**H2:** O impacto econômico (medido, como mencionado acima, em termos de PIB per capita) também se manifesta temporalmente: ele pode crescer com o tempo como consequência do aumento da experiência no uso do serviço.

<sup>18</sup> Os únicos dados fornecidos pelo IBGE para o conjunto dos municípios são o PIB municipal; ele não fornece informações sobre o total ou a renda do trabalho.



**H3:** O impacto econômico (medido em termos de PIB per capita) do acesso à banda larga é positivo para a população média do país.

---



**H4:** As melhorias econômicas no PIB per capita resultantes do acesso à banda larga são geradas principalmente por uma melhoria na qualidade do emprego dos habitantes.

---



**H5:** A introdução da banda larga em nível municipal leva a um aumento das matrículas escolares, o que tem um impacto sobre a taxa de alfabetização.

---



**H6:** A prestação de serviços de governo eletrônico associados à implementação da banda larga tem um efeito positivo sobre os indicadores econômicos.

---



**H7:** A introdução da banda larga em nível municipal gera um impacto positivo no desempenho do sistema de saúde.

# 3. Modelos e resultados

A análise procura avaliar as hipóteses acima mencionadas por meio da metodologia das diferenças em diferenças em uma base consolidada dos municípios brasileiros.

Com esse propósito, a análise se apoia em diferentes fontes de dados que ofereçam informações em nível municipal entre 2007 e 2018. No lado da implementação da rede de banda larga fixa, temos dados municipais sobre a densidade de adoção da banda larga fixa fornecidos pela Anatel. Quanto ao PIB total e ao PIB desagregado por componente (agrícola, industrial, serviços, setor público), os dados provêm do IBGE. O estudo enfoca o impacto diferenciado da banda larga no PIB total per capita e por cada um de seus componentes, a população empregada, o papel do governo eletrônico,<sup>19</sup> matrículas escolares, geração de empresas e o sistema de saúde local, avaliado em termos da taxa de mortalidade infantil.

## 3.1. Metodologia

Para avaliar o impacto da implementação da infraestrutura da última milha na métrica do PIB, é especificado um modelo de diferença em diferenças onde a variável de impacto é o PIB per capita e o "tratamento" é quando cada município passa de não estar conectado à banda larga fixa para estar conectado à banda larga fixa, de acordo com a equação abaixo:

$$\ln(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Tratamento}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Ano}_t + \beta_3 \text{Município}_i + \beta_4 \cdot X_{it} + \mu_{it} \quad \textcircled{1}$$

Esta é uma simples regressão, que determina o efeito sobre o PIB per capita gerado em um município onde existe a possibilidade de acessar uma oferta de serviços de banda larga em casa, onde:

<sup>19</sup> Entendida como uma variável binária que indica o fornecimento de ferramentas digitais pelo governo municipal para a população (acesso à Internet para comunicação com os cidadãos ou formulários digitais, entre outros).

$Y_{it}$ : PIB per capita.

**Tratamento<sub>it</sub>**: Esta é a variável que distingue os grupos.

- 1: Para áreas com fornecimento de banda larga residencial, definidas como aqueles municípios onde pelo menos 10%<sup>20</sup> dos lares adotaram o serviço.
- 0: Para áreas sem fornecimento de banda larga domiciliar, definidas como aqueles municípios onde menos de 10% dos domicílios aceitaram o serviço.

**Ano<sub>t</sub>**: Corresponde a um efeito fixo para cada ano entre 2007 e 2018.

**Município<sub>i</sub>**: Corresponde a um efeito fixo para cada município incluído na regressão.

$X_{it}$ : Uma matriz de outras variáveis independentes que são usadas como controles em algumas especificações, como o crescimento na matrícula escolar (medido como o número de pessoas matriculadas no sistema de ensino básico como uma porcentagem da população).

$\mu_{it}$ : O fim do erro.

Em relação à variável dependente, diferentes modelos econométricos são aplicados, considerando tanto o PIB per capita total quanto o impacto sobre cada um dos componentes (agrícola, industrial, serviços e setor público).

Diferentes especificações dos modelos econométricos são feitas para as variáveis independentes de cada análise. Primeiro, é avaliada a relação direta entre o tratamento e o PIB per capita. Posteriormente, entendendo-se que a amostra contém uma porcentagem significativa de municípios muito pequenos, cada observação é ponderada pelo tamanho da população do município. Este agregado metodológico evita a super-representação nos resultados dos municípios com populações muito pequenas, que são também aqueles com maiores flutuações no PIB per capita. Finalmente, uma terceira especificação é considerada na qual um controle para a mudança na matrícula escolar é também incluído como aproximação ao nível educacional do município. Todas as especificações incluem controles para efeitos fixos de ano (uma variável binária para cada ano incluído na regressão) e município (uma variável binária para cada município incluído na regressão).

<sup>20</sup> Embora este limiar de conectividade seja arbitrário, a literatura mostra que é um limiar mínimo para estabelecer o impacto da banda larga nos níveis de renda e emprego (Whitacre, Gallardo e Strover, 2014).

Também introduzimos uma análise que procura medir o impacto temporal sobre o PIB per capita. Para este fim, a estrutura da equação ① é mantida, embora dois termos de controle adicionais sejam adicionados: um que mede a interação do tratamento (início do fornecimento de banda larga fixa em casa) entre 2007 e 2010; e outro que mede a interação do tratamento no caso de o tratamento ter sido realizado entre 2011 e 2014.

Além de analisar o impacto da banda larga fixa em casa sobre o PIB per capita, se estuda a contribuição desta oferta para outra série de indicadores. Primeiro, se estima o impacto em termos de melhoria do sistema educacional. Para este fim, usamos o indicador sobre o crescimento da matrícula escolar em nível municipal, que mede o número de pessoas matriculadas no sistema escolar de educação básica.<sup>21</sup> A metodologia é exatamente a mesma que a equação ①, mas neste caso a variável dependente é o logaritmo natural da matrícula escolar.

Ao mesmo tempo, é apresentado um modelo adicional para analisar o impacto particular da oferta de serviços de governo eletrônico em nível municipal. O governo eletrônico é definido como a disponibilidade de ferramentas digitais oferecidas pelo governo municipal (acesso à internet para comunicação com o cidadão ou formulários digitais). Para este modelo, a estrutura da equação ① é mantida pela adição de um termo que marca a presença ou não de um plano de governo eletrônico baseado nos dados de 2009 (extrapolando essa observação para 2007 a 2011), 2012 (extrapolando esses dados para 2013) e 2014 (extrapolando essas informações para 2015, 2016, 2017 e 2018). Além disso, foi feita uma tentativa de interagir a introdução do governo eletrônico com a variável tratamento, mas o número de observações onde ocorrem mudanças em ambos os indicadores no período analisado foi muito pequeno para obter resultados significativos.

Posteriormente, para medir a contribuição para o emprego, foi analisado o impacto sobre a população empregada. Para este modelo, a estrutura da equação ① é mantida, mas a variável dependente representa o número de pessoas empregadas em relação ao total da população registrada no município, de acordo com os dados do IBGE. Além disso, foi construído um modelo adicional no qual a variável dependente representa o logaritmo natural do número total de empresas presentes em um município, também segundo o IBGE, para determinar se o crescimento do emprego se deve à criação de novas empresas ou ao aumento do número de empregados nos estabelecimentos existentes.

<sup>21</sup> Com base nos dados fornecidos pelo INEP (2021).

Um modelo final foi considerado a fim de estimar o impacto da introdução da provisão de banda larga doméstica no sistema de saúde local. Para este modelo, a estrutura da equação ① é mantida, mas a variável dependente é agora representada pela taxa de mortalidade infantil, ou seja, a proporção de mortes de crianças com menos de um ano de idade em relação ao total de nascimentos multiplicada por 1.000, com base em dados do Ministério da Saúde brasileiro.

### 3.2. Dados utilizados

O estudo focaliza o impacto diferenciado da banda larga no PIB total per capita e por cada um de seus componentes, a população empregada, o papel do governo eletrônico, a matrícula escolar, a geração de negócios e o sistema de saúde local, avaliado com base na taxa de mortalidade infantil. A análise é apoiada por diferentes fontes de dados que fornecem informações em nível municipal entre 2007 e 2018. No lado da implementação da rede de banda larga fixa, os dados municipais sobre a densidade de adoção da banda larga fixa são fornecidos pela Anatel. Quanto ao PIB total e desagregado por componente (agrícola, industrial, serviços e setor público), os dados provêm do IBGE.

A falta de microdados em nível municipal é compensada por dados de quase todos os municípios do país para o período 2007-18. Como detalhado na seção anterior, estão disponíveis informações anuais para o PIB total per capita e sua repartição por componente (agrícola, industrial, serviços e setor público), matrícula escolar, presença do governo eletrônico (para 2009, 2012 e 2014), população empregada, número de empresas, taxa de mortalidade infantil e densidade de banda larga fixa. Os detalhes podem ser encontrados na Tabela 1.

**Tabela 1. Dados disponíveis para regressões no Brasil**

Indicador	Descrição	Fonte
<b>Código do município</b>	Código numérico referente a uma localidade em uma região. Em alguns casos, o código tem 6 ou 7 dígitos e os 2 primeiros dígitos representam a região (UF: unidade federativa).	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) <a href="https://www.ibge.gov.br/explicacao/codigos-dos-municipios.php">https://www.ibge.gov.br/explicacao/codigos-dos-municipios.php</a>
<b>Município</b>	Município como a unidade da federação com a menor cobertura territorial.	
<b>Código de UF</b>	Código numérico que se refere a uma unidade federativa e consiste de 2 dígitos.	Divisão Territorial Brasileira (DTB) <a href="https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/23701-divisao-territorial-brasileira.html">https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/23701-divisao-territorial-brasileira.html</a>
<b>UF</b>	Unidade federativa. Existem atualmente 27 UFs no Brasil.	
<b>Densidade</b>	A densidade de banda larga fixa é o número de acessos por 100 residências relatado pelas operadoras.	Anatel – Densidade de banda larga fixa <a href="https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/acessos/banda-larga-fixa">https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/acessos/banda-larga-fixa</a>
<b>VAB total</b>	Valor agregado bruto total em valores correntes (moeda: real brasileiro).	IBGE - Produto interno bruto dos municípios <a href="https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html">https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html</a>
<b>VAB agrícola</b>	Valor agregado bruto agrícola em valores correntes (moeda: real brasileiro).	
<b>VAB da indústria</b>	Valor agregado bruto industrial em valores correntes (moeda: real brasileiro).	
<b>VAB de serviços</b>	Serviços de valor agregado bruto em valores correntes (moeda: real brasileiro).	
<b>VAB do setor público</b>	Valor agregado bruto do setor público em valores correntes (moeda: real brasileiro).	
<b>Governo eletrônico</b>	Fornecimento de ferramentas digitais pelo governo municipal para a população (acesso à internet para comunicação com os cidadãos ou formulários digitais).	IBGE - Informações básicas sobre os municípios <a href="https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html">https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html</a>

**Tabela 1. Dados disponíveis para regressões no Brasil (continuação)**

Indicador	Descrição	Fonte
<b>Taxa de mortalidade infantil</b>	A taxa de mortalidade infantil é a proporção de mortes de crianças menores de um ano de idade em relação ao número total de nascidos vivos multiplicado por 1.000.	Ministério da Saúde - Mortalidade Infantil Tabnet: <a href="http://tabnet.datasus.gov.br/cgi-/def-tohtm.exe?sinasc/cnv/nvbr.def">http://tabnet.datasus.gov.br/cgi-/def-tohtm.exe?sinasc/cnv/nvbr.def</a> nascidos vivos: <a href="http://tabnet.datasus.gov.br/cgi-/def-tohtm.exe?sim/cnv/inf10br.def">http://tabnet.datasus.gov.br/cgi-/def-tohtm.exe?sim/cnv/inf10br.def</a>
<b>Matrícula escolar</b>	Número de pessoas matriculadas no sistema escolar de educação básica em valor absoluto. Para a regressão, este valor é considerado como uma porcentagem da população de cada município.	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educativas (INEP) - Sinopse Estatística da Educação Básica <a href="https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-basica">https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-basica</a>
<b>Número de empresas</b>	Número total de empresas presentes em um município.	IBGE - Estatísticas do Registro Central de Empresas (Cempre) <a href="https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/901-6-estatisticas-do-cadastro-central-de-empresas.html">https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/901-6-estatisticas-do-cadastro-central-de-empresas.html</a>
<b>População empregada</b>	Ela representa o número de pessoas empregadas em relação ao total da população registrada do município.	IBGE - Estimativas da população <a href="https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html">https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html</a>

Fonte: elaboração própria.

Nota: Para evitar taxas excessivas de mudança na distribuição do PIB por setor, foi estabelecido um PIB mínimo per capita por setor industrial de R\$1.



Estas informações permitem análises sobre renda, emprego e dualidade urbana/rural, medindo o impacto sobre o PIB per capita, com a ressalva de que ao invés de medir urbano/rural, os municípios são considerados pelo tamanho da população. Análises adicionais também podem ser feitas para entender melhor os canais de impacto da introdução do fornecimento de banda larga fixa em nível municipal, tais como na matrícula escolar, número de empresas e taxa de mortalidade infantil. Infelizmente, as análises por gênero e nível de educação não são viáveis porque só estão disponíveis dados agregados em nível municipal.

O estudo é baseado em informações sobre o nível de adoção da banda larga fixa em nível municipal, matrículas escolares e nível de PIB per capita foram obtidas para todos os anos entre 2007 e 2018 em 5.321 dos 5.570 municípios que compõem o Brasil. A principal razão para excluir certas observações foi a falta de informações sobre o PIB per capita durante alguns anos em pequenos municípios, seguida pela ausência de dados negativos do PIB total. A tabela 2 mostra a distribuição dos municípios considerados por unidade federativa, diferenciando entre aqueles com menos de 25.000 habitantes e aqueles com mais de 25.000 habitantes.

**Tabela 2. Distribuição dos municípios considerados por unidade federativa no Brasil**

Unidade federativa	População com menos de 25.000 habitantes	População com mais de 25.000 habitantes	Observações totais
11	37	15	52
12	16	5	21
13	25	27	52
14	12	2	14
15	42	89	131
16	11	3	14
17	122	7	129
21	134	66	200
22	115	20	135
23	107	77	184
24	144	22	166
25	181	21	202
26	104	78	182

**Tabela 2. Distribuição dos municípios considerados por unidade federativa no Brasil (continuação)**

Unidade federativa	População com menos de 25.000 habitantes	População com mais de 25.000 habitantes	Observações totais
27	74	28	102
28	55	20	75
29	282	127	409
31	697	138	835
32	48	30	78
33	35	57	92
35	412	220	632
41	327	72	399
42	243	50	293
43	390	83	473
50	62	16	78
51	113	26	139
52	192	41	233
53	0	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>3.980</b>	<b>1.341</b>	<b>5.321</b>

Fonte: elaboração própria com base nos dados do IBGE.

Nota: embora a numeração do identificador da unidade federativa seja desigual, todas as unidades federativas do país estão incluídas. Nenhuma UF foi omitida.

Devido à falta de dados para todos os municípios, em algumas análises foi necessário executar modelos de regressão para um número menor de observações. Especificamente, no caso da análise sobre a população empregada, as informações estavam disponíveis para 4.961 municípios; sobre o número de empresas, para 5.014 municípios; e sobre a mortalidade infantil, para 2.193 municípios.

Finalmente, deve ser observado que a falta de dados de painel em nível doméstico/individual torna impossível executar regressões de diferenças nesse nível de desagregação. Este problema foi resolvido com a geração de pseudo-painéis com base na média de cada município.

### 3.3. Resultados

O primeiro modelo econométrico estima o impacto da provisão de banda larga doméstica sobre o PIB per capita considerando todas as observações disponíveis (63.852 observações correspondentes a 5.321 municípios entre 2007 e 2018 inclusive). Na primeira especificação, na qual apenas o efeito fixo por ano e município é incluído como controle, descobrimos que a introdução do serviço em nível municipal gera um impacto positivo e significativo no PIB per capita de 0,51%. A segunda especificação incorpora uma ponderação de cada observação com base na população de cada município.<sup>22</sup> Este agregado metodológico evita a super-representação nos resultados dos municípios com populações muito pequenas, que são também aqueles com maiores flutuações no PIB per capita. Assim, na especificação ②, constata-se que a introdução do serviço causa um impacto positivo e significativo no PIB per capita de 4,34%. Finalmente, na terceira especificação também adicionamos um controle para a mudança na matrícula escolar como um representante do nível educacional do município,<sup>23</sup> e o resultado é que a introdução do serviço produz um impacto positivo e significativo no PIB per capita de 4,57% (consulte a tabela 3).

<sup>22</sup> A ponderação da população foi realizada utilizando o comando `pweights`, que leva em conta os pesos de amostragem. Também foi considerado o uso do comando `aweight`, que leva em conta os pesos analíticos e produz erros padrão mais baixos. A primeira metodologia foi escolhida porque é mais restritiva para o significado dos resultados.

<sup>23</sup> Nos anos analisados no estudo há um forte aumento do investimento em educação no Brasil, portanto este coeficiente está controlando não apenas o aumento do capital humano, mas também o aumento do investimento em educação que resulta no crescimento da matrícula escolar. Vale ressaltar também que os resultados dos modelos (2) e (3) são muito semelhantes em todos os modelos econométricos realizados.

**Tabela 3. Impacto da oferta doméstica de banda larga no PIB total per capita do Brasil**

Modelo geral	Ln PIB per capita total		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,005105 **	0,0433809 ***	0,0457066 ***
	(0,0023931)	(0,01145)	(0,0116736)
Matrícula escolar	-	-	0,4417138 ***
	-	-	(0,0425087)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim
Observações	63.852	63.852	63.852
Grupos	5.321	5.321	5.321
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1822	0,2041	0,1142
PIB médio	15.229,61	21.222,64	21.222,64
Impacto no PIB	77,75	920,66	970,01

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0.01; \*\*p<0.05; \*p<0.1 .

Por estes primeiros modelos descobrimos que o impacto positivo da introdução da banda larga no Brasil (após a ponderação dos municípios por sua respectiva população) é de cerca de 4,50%.

Posteriormente, estimamos o impacto do fornecimento de banda larga em casa sobre os diferentes componentes do PIB per capita (agrícola, industrial, serviços e setor público). Considerando os resultados da terceira especificação (que pondera a população de cada município e controla a evolução da matrícula escolar), constatamos que a introdução da banda larga em casa não gera um impacto significativo no PIB agrícola per capita.

Em contraste, o impacto é positivo e significativo nos outros componentes do PIB per capita: 7,89% na indústria, 5,75% nos serviços e 2% no setor público (consulte as tabelas 4 e 5). Assim, como o PIB per capita inicial é, em princípio, o maior, a introdução da banda larga irá gerar um aumento maior em termos nominais no PIB per capita do setor de serviços (R\$659), seguido pelo PIB per capita do setor industrial (R\$ 405).

**Tabela 4. Impacto da oferta doméstica de banda larga no PIB per capita agrícola e industrial do Brasil**

Modelo geral	Ln PIB agrícola per capita			Ln PIB industrial per capita		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,038802 ***	-0,0130304	-0,0099277	-0,0193822 ***	0,0768777 ***	0,0789209 ***
	(0,004245)	(0,0308559)	(0,0300858)	(0,0062364)	(0,0238128)	(0,0241215)
Matrícula escolar	-	-	0,58926 ***	-	-	0,3880631 ***
	-	-	(0,081579)	-	-	(0,0880929)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	63.852	63.852	63.852	63.852	63.852	63.852
Grupos	5.321	5.321	5.321	5.321	5.321	5.321
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,0269	0,0275	0,0020	0,0463	0,0838	0,0382
PIB médio	3.205,08	1.092,60	1.092,60	3.435,89	5.128,35	5.128,35
Impacto no PIB	124,36	0,00	0,00	-66,60	394,26	404,73

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

**Tabela 5. Impacto da oferta doméstica de banda larga sobre o PIB per capita de serviços e setor público no Brasil**

Modelo geral	PIB per capita de serviços			PIB per capita do setor público		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	-0,0031601	0,0552171 ***	0,0575443 ***	-0,004828 ***	0,0181305 *	0,0199722 *
	(0,0023721)	(0,0132691)	(0,0135561)	(0,0010759)	(0,0102167)	(0,010531)
Matrícula escolar	-	-	0,4419867 ***	-	-	0,3497857 ***
	-	-	(0,0465387)	-	-	(0,0316765)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	63.852	63.852	63.852	63.852	63.852	63.852
Grupos	5.321	5.321	5.321	5.321	5.321	5.321
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1512	0,1863	0,1051	0,6011	0,6046	0,5466
PIB médio	5.181,27	11.449,61	11.449,61	3.408,14	3.553,74	3.553,74
Impacto no PIB	0,00	632,21	658,86	-16,45	64,43	70,98

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

Após analisar os efeitos da introdução da banda larga doméstica sobre o PIB per capita para o agregado dos municípios brasileiros, foi realizada uma sub-análise, dividindo-os por nível populacional. A primeira análise incluiu municípios que no período em análise tinham uma população média de menos de 10.000 habitantes. Considerando os resultados da terceira especificação (que pesa a população de cada município e controla a evolução da matrícula escolar), constatamos que não há impacto significativo da introdução da banda larga em casa nesses municípios. Os detalhes podem ser vistos na tabela 6.

**Tabela 6. Impacto da oferta de banda larga doméstica no PIB total per capita em municípios brasileiros com menos de 10.000 habitantes**

Municípios com menos de 10.000 habitantes	Ln PIB total per capita		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	-0,0078138 **	-0,0034553	-0,0064351
	(0,0035669)	(0,0056627)	(0,005544)
Matrícula escolar	-	-	0,4868706 ***
	-	-	(0,0266119)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim
Observações	27.288	27.288	27.288
Grupos	2.274	2.274	2.274
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1982	0,1996	0,1027
PIB médio	15.540,69	14.890,74	14.890,74
Impacto no PIB	-121,43	0,00	0,00

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

O fato de o efeito global no período analisado ser neutro para municípios com menos de 10.000 habitantes não significa que a introdução da banda larga não gere mudanças na composição do PIB entre os setores. Em particular, considerando a terceira especificação dos modelos realizados, verifica-se que a introdução da banda larga em casa em municípios com menos de 10.000 habitantes produz um impacto positivo e significativo no PIB agrícola de 2,44%; e um impacto negativo e significativo no PIB industrial de -3,49%, no PIB de serviços de -1,08%, e no PIB do setor público de -1,27% (consulte as tabelas 7 e 8). Este resultado pode ser explicado pelo fato de que com a introdução da banda larga há uma migração do PIB per capita para o setor que tem a maior escala em nível municipal (em municípios com menos de 10.000 habitantes, o setor agrícola é o setor com o maior peso no PIB total inicialmente).

**Tabela 7. Impacto da oferta doméstica de banda larga no PIB agrícola e industrial per capita em municípios brasileiros com menos de 10.000 habitantes**

Municípios com menos de 10.000 habitantes	Ln PIB agrícola per capita			Ln PIB industrial per capita		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,0138447**	0,0278603***	0,0243593**	-0,0315856***	-0,030515**	-0,0348501**
	(0,006197)	(0,0101828)	(0,0100493)	(0,0092273)	(0,0145685)	(0,014466)
Matrícula escolar	-	-	0,5720155***	-	-	0,7083068***
	-	-	(0,047277)	-	-	(0,0600171)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	27.288	27.288	27.288	27.288	27.288	27.288
Grupos	2.274	2.274	2.274	2.274	2.274	2.274
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,0485	0,0505	0,0016	0,0599	0,0602	0,0094
PIB médio	4.767,27	4.316,77	4.316,77	2.762,38	2.785,51	2.785,51
Impacto no PIB	66,00	120,27	105,15	-87,25	-85,00	-97,08

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.



**Tabela 8. Impacto da oferta de banda larga doméstica no PIB per capita de serviços e no setor público em municípios brasileiros com menos de 10.000 habitantes**

Municípios com menos de 10.000 habitantes	PIB per capita de serviços			PIB per capita do setor público		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	-0,0065943 *	-0,007636	-0,0108184 *	-0,0110072 ***	-0,0103009 ***	-0,0126838 ***
	(0,0036782)	(0,0057842)	(0,005623)	(0,001551)	(0,0024848)	(0,0023838)
Matrícula escolar	-	-	0,5199677 ***	-	-	0,3893332 ***
	-	-	(0,0287159)	-	-	(0,0162005)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	27.288	27.288	27.288	27.288	27.288	27.288
Grupos	2.274	2.274	2.274	2.274	2.274	2.274
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1861	0,1857	0,0834	0,6834	0,6834	0,6364
PIB médio	4.234,97	4.185,52	4.185,52	3.776,37	3.603,39	3.603,39
Impacto no PIB	-27,93	0,00	-45,28	-41,57	-37,12	-45,70

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

A situação dos municípios com, em média, entre 10.000 e 25.000 habitantes no período analisado é semelhante à encontrada para os municípios com menos de 10.000 habitantes. Isto significa que a introdução da banda larga em casa não gera um efeito significativo no crescimento do PIB per capita. Os detalhes podem ser vistos na tabela 9.

**Tabela 9. Impacto da oferta de banda larga doméstica no PIB total per capita em municípios brasileiros com 10.000 a 25.000 habitantes**

Municípios com 10.000 a 25.000 habitantes	Ln PIB total per capita		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,0101179 **	0,0090714	0,0024549
	(0,0043672)	(0,0068199)	(0,0065302)
Matrícula escolar	-	-	0,5157431 ***
	-	-	(0,0338324)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim
Observações	20.472	20.472	20.472
Grupos	1.706	1.706	1.706
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1880	0,1874	0,0958
PIB médio	13.163,39	13.173,13	13.173,13
Impacto no PIB	133,19	0,00	0,00

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

O fato de o efeito global no período analisado ser neutro para municípios com 10.000 a 25.000 habitantes não significa que a introdução da banda larga não gere mudanças na composição do PIB entre os setores. Em particular, constata-se que a introdução da banda larga em casa nesses municípios produz um impacto positivo e significativo no PIB agrícola de 7,02%, enquanto causa um impacto negativo e significativo no PIB industrial de -5,43%, no PIB de serviços de -1,96% e no PIB do setor público de -1,13% (consulte as Tabelas 10 e 11). Este resultado pode ser explicado pelo fato de que com a introdução da banda larga há uma migração do PIB per capita para o setor que tem o maior potencial de acordo com a escala populacional do município, que nos municípios com menos habitantes é o setor agrícola.

**Tabela 10. Impacto da oferta de banda larga doméstica no PIB per capita agrícola e industrial dos municípios brasileiros com 10.000 a 25.000 habitantes**

Municípios com 10.000 a 25.000 habitantes	Ln PIB agrícola per capita			Ln PIB industrial per capita		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,0733802 ***	0,0765101 ***	0,0702036 ***	-0,0444834 ***	-0,0456443 ***	-0,0542913 ***
	(0,0077579)	(0,0117581)	(0,011599)	(0,0112506)	(0,017288)	(0,0169689)
Matrícula escolar	-	-	0,4915756 ***	-	-	0,6740154 ***
	-	-	(0,0549365)	-	-	(0,0794619)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	20.472	20.472	20.472	20.472	20.472	20.472
Grupos	1.706	1.706	1.706	1.706	1.706	1.706
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,0583	0,0590	0,0197	0,0431	0,0427	0,0040
PIB médio	2.541,52	2.493,08	2.493,08	3.116,44	3.090,54	3.090,54
Impacto no PIB	186,50	190,75	175,02	-138,63	-141,07	-167,79

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

**Tabela 11. Impacto da oferta doméstica de banda larga no PIB per capita de serviços e no setor público nos municípios brasileiros com 10.000 a 25.000 habitantes**

Municípios com 10.000 a 25.000 habitantes	PIB per capita de serviços			PIB per capita do setor público		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	-0,0115506 ***	-0,0125266 *	-0,0196136 ***	-0,0062426 ***	-0,0062459 **	-0,0113176 ***
	(0,0042216)	(0,0064428)	(0,0061708)	(0,0019397)	(0,0031167)	(0,0029036)
Matrícula escolar	-	-	0,5524121 ***	-	-	0,3953334 ***
	-	-	(0,0308923)	-	-	(0,0184833)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	20.472	20.472	20.472	20.472	20.472	20.472
Grupos	1.706	1.706	1.706	1.706	1.706	1.706
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1581	0,1575	0,0657	0,6281	0,6281	0,5741
PIB médio	4.361,39	4.455,40	4.455,40	3.144,10	3.134,17	3.134,17
Impacto no PIB	-50,38	-55,81	-87,39	-19,63	-19,58	-35,47

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

Finalmente, o impacto nos municípios com, em média, mais de 25.000 habitantes no período analisado é estimado. Considerando a terceira especificação dos modelos apresentados, constata-se que para estes municípios a introdução da banda larga em casa gera um impacto positivo e significativo no PIB total per capita de 5,04%. Os detalhes podem ser vistos na Tabela 12.

**Tabela 12. Impacto da oferta doméstica de banda larga no PIB total per capita em municípios brasileiros com mais de 25.000 habitantes**

Municípios com mais de 25.000 habitantes	Ln PIB total per capita		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,0181519 ***	0,0474293 ***	0,0504435 ***
	(0,004921)	(0,0156865)	(0,0155507)
Matrícula escolar	-	-	0,4717747 ***
	-	-	(0,0662501)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim
Observações	16.092	16.092	16.092
Grupos	1.341	1.341	1.341
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1764	0,2016	0,1166
PIB médio	17.330,69	23.097,15	23.097,15
Impacto no PIB	314,58	1.095,48	1.165,10

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

O efeito positivo no nível do PIB total não implica que este impacto seja simétrico entre os diferentes setores da economia. Em primeiro lugar, observa-se que a introdução da banda larga em casa em municípios com mais de 25.000 habitantes não gera um impacto significativo no PIB agrícola per capita (que neste grupo de municípios não tem um peso significativo no PIB total). Por outro lado, tem um impacto positivo e significativo no PIB industrial de 8,86%, no PIB de serviços de 7,05% e no PIB do setor público de 2,39% (consulte as Tabelas 13 e 14). Como o PIB de serviços é inicialmente maior, ele se beneficiará do maior aumento (R\$931), seguido pelo setor industrial (R\$502) e pelo setor público (R\$87).

**Tabela 13. Impacto da oferta de banda larga doméstica no PIB per capita agrícola e industrial em municípios brasileiros com mais de 25.000 habitantes**

Municípios com mais de 25.000 habitantes	Ln PIB agrícola per capita			Ln PIB industrial per capita		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,018171 **	-0,0370165	-0,0330143	0,0182569	0,0859958 ***	0,0886315 ***
	(0,0090992)	(0,0398804)	(0,0394902)	(0,0132862)	(0,0297225)	(0,0297762)
Matrícula escolar	-	-	0,6264071 ***	-	-	0,4125303 ***
	-	-	(0,1224889)	-	-	(0,1348895)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	16.092	16.092	16.092	16.092	16.092	16.092
Grupos	1.341	1.341	1.341	1.341	1.341	1.341
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,0150	0,0205	0,0323	0,0484	0,0897	0,0326
PIB médio	1.400,18	604,07	604,07	4.984,41	5.659,51	5.659,51
Impacto no PIB	25,44	0,00	0,00	0,00	486,69	501,61

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

**Tabela 14. Impacto da oferta doméstica de banda larga no PIB per capita de serviços e setor público em municípios brasileiros com mais de 25.000 habitantes**

Municípios com mais de 25.000 habitantes	PIB per capita de serviços			PIB per capita do setor público		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,0160982 ***	0,0674655 ***	0,0704778 ***	0,000816	0,0215618 *	0,0238964 *
	(0,0045919)	(0,0173506)	(0,0172189)	(0,0023552)	(0,0124977)	(0,0126239)
Matrícula escolar	-	-	0,4714708 ***	-	-	0,365399 ***
	-	-	(0,0691863)	-	-	(0,0469745)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	16.092	16.092	16.092	16.092	16.092	16.092
Grupos	1.341	1.341	1.341	1.341	1.341	1.341
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1453	0,1868	0,1010	0,5857	0,5967	0,5523
PIB médio	7.828,99	13.213,20	13.213,20	3.119,62	3.622,40	3.622,40
Impacto no PIB	126,03	891,44	931,24	0,00	78,11	86,56

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

Até este ponto, foi analisado o impacto direto da introdução da banda larga fixa em casa sobre o PIB per capita dos municípios brasileiros. No entanto, há também um impacto indireto através de uma melhoria no nível de escolaridade. A primeira especificação na tabela 15 mostra que quando a ponderação da população de cada município não é considerada, há uma relação positiva entre o fornecimento de banda larga e o aumento das matrículas escolares. Este efeito não é mais significativo quando cada município é ponderado pela população na segunda especificação.

**Tabela 15. Impacto da oferta de banda larga doméstica na matrícula escolar nos municípios brasileiros**

Impacto na matrícula escolar	A população inteira	
	(1)	(2)
Oferta	0,0067173 *** (0,0011182)	-0,0052653 (0,0044111)
Ponderação da população	Não	Sim
Observações	63.852	63.852
Grupos	5.321	5.321
Efeito fixo por ano	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim
R-2	0,1228	0,1338

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

Continuando com a análise do impacto da introdução da banda larga fixa em casa na matrícula escolar, este efeito é analisado para os municípios brasileiros destacados de acordo com sua população média durante o período de estudo. Em primeiro lugar, considerando a especificação de pesos pela população de cada observação, constatamos que em municípios com menos de 10.000 habitantes a introdução da banda larga fixa em casa gera um crescimento de 0,61% no número de matrículas escolares. A longo prazo, este efeito acabará afetando o PIB per capita, uma vez que os resultados da regressão na Tabela 6 mostram que um aumento na matrícula escolar tem um impacto positivo no PIB. Este resultado implica que, embora não tenha sido encontrado nenhum efeito positivo sobre o PIB total no período em análise, espera-se que a longo prazo haja um impacto positivo através do canal de educação. Um cenário semelhante é encontrado para municípios com 10.000 a 25.000 habitantes, embora com uma magnitude maior: 1,28%. Finalmente, este efeito desaparece em municípios com mais de 25.000 habitantes. Os detalhes podem ser vistos na tabela 16.



**Tabela 16. Impacto da oferta de banda larga doméstica na matrícula escolar nos municípios brasileiros, por número de habitantes do município**

Impacto na matrícula escolar	Menos de 10.000 habitantes		Mais de 10.000 e menos de 25.000 habitantes		Mais de 25.000 habitantes	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
Oferta	0,0053764 ***	0,0061203 **	0,0124767 ***	0,0128291 **	0,0012793	-0,0063891
	(0,0017153)	(0,0026883)	(0,0020481)	(0,002968)	(0,0021119)	(0,0058069)
Ponderação da população	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim
Observações	27.288	27.288	20.472	20.472	16.092	16.092
Grupos	2.274	2.274	1.706	1.706	1.341	1.341
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1116	0,1112	0,1349	0,1344	0,1580	0,1758

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

No modelo a seguir, estima-se a temporalidade do impacto econômico da introdução da banda larga em casa no PIB per capita. Para este fim, os municípios são divididos de acordo com o momento em que o serviço começa a ser oferecido. Assim, os municípios que recebem o tratamento entre 2007 e 2010 são os primeiros a adotar, os que iniciam o serviço entre 2011 e 2014 são os últimos a adotar e aqueles que iniciam entre 2015 e 2018 são os últimos a adotar. Os resultados indicam que para os primeiros adotantes o efeito é positivo, significativo e gera um aumento na média do PIB total de R\$ 1.894. O efeito é menor para os últimos adotantes, entre os quais o aumento na média do PIB total é de R\$ 649. Finalmente, nos municípios que adotaram o serviço a partir de 2015, observa-se um efeito negativo no PIB total médio de -R\$ 1.317 (consulte a Tabela 17). O efeito negativo a curto prazo<sup>24</sup> pode ser devido ao fato de que o indicador em sobre o qual o impacto é medido é o PIB per capita e, de acordo com dados do Banco Mundial, este caiu nacionalmente no Brasil em 26% medido em dólares entre 2014 e 2019: de U\$ 12.112 para U\$ 8.897.

<sup>24</sup> Este efeito negativo em curto prazo não é observado para os municípios que iniciaram a adoção antes de 2015. Nesses casos, é encontrado um efeito neutro em curto prazo.

**Tabela 17. Impacto da oferta de banda larga em casa no PIB total per capita no Brasil, considerando a sazonalidade**

Modelo geral com temporalidade	Ln PIB total per capita		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	-0,0164419 ***	-0,0434435 ***	-0,062073 ***
	(0,002976)	(0,0114109)	(0,0113487)
Fornecimento entre 2007 e 2010	0,0541048 ***	0,1185783 ***	0,1513281 ***
	(0,0040156)	(0,0126835)	(0,0128971)
Fornecimento entre 2011 e 2014	0,0272973 ***	0,0805118 ***	0,0926613 ***
	(0,0033525)	(0,0084279)	(0,008689)
Matrícula escolar	-	-	0,5280016 ***
	-	-	(0,0392464)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim
Observações	63.852	63.852	63.852
Grupos	5.321	5.321	5.321
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim
R-2	0,1835	0,1880	0,0878
PIB médio	15.229,61	21.222,64	21.222,64
Impacto no PIB dos primeiros adotantes	573,59	1.594,56	1.894,23
Impacto no PIB de adotantes tardios	165,32	786,69	649,16
Impacto no PIB dos adotantes tardios	-250,40	-921,99	-1.317,35

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

Até agora, foi demonstrado que os canais pelos quais a introdução da banda larga em casa gera efeitos positivos no PIB do Brasil estão aumentando temporariamente. A análise a seguir avalia o efeito adicional de os municípios terem um programa de governo eletrônico. Considerando a terceira especificação dos modelos (aquele que controla o crescimento das matrículas escolares e os pesos da população de cada observação), constatamos que a introdução de programas de governo eletrônico em termos gerais não tem um impacto significativo sobre o PIB total per capita. Em contraste, em municípios com menos de 25.000 habitantes, o efeito é positivo e significativo. Neste cenário, a implementação de um programa de governo eletrônico em nível municipal gera um aumento do PIB total per capita de 1,04 % (consulte a Tabela 18). Este resultado indica que em contextos de municípios com poucos habitantes, onde analfabetismo digital é maior do que em municípios mais populosos, os canais de impacto econômico são diferentes. Nesse sentido, a Tabela 16 mostra que um canal de impacto é o aumento das matrículas escolares, e a Tabela 18 mostra que o desenvolvimento do governo eletrônico municipal leva a um resultado positivo no crescimento do PIB.

**Tabela 18. Impacto da oferta de banda larga doméstica e da presença do governo eletrônico no PIB total per capita no Brasil** <sup>25, 26</sup>

Impacto do e-governo	Ln PIB per capita total			Ln PIB per capita total y menos de 25.000 habitantes		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,004935 **	0,042993 ***	0,0452789 ***	-0,0006457	0,004924	-0,0006421
	(0,0023931)	(0,0114374)	(0,0116496)	(0,0027532)	(0,004873)	(0,0046912)
Governo eletrônico	0,0097982 ***	0,0097225	0,0107654	0,0129311 ***	0,0101222 *	0,0104015 *
	(0,0022811)	(0,0092602)	(0,0104968)	(0,0025724)	(0,0054969)	(0,0053742)
Matrícula escolar	-	-	0,4420637 ***	-	-	0,5073288 ***
	-	-	(0,0423211)	-	-	(0,0240554)
Ponderação por população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	63.852	63.852	63.852	47.760	47.760	47.760
Grupos	5.321	5.321	5.321	3.980	3.980	3.980
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,0059	0,2059	0,1157	0,1901	0,1920	0,0922
PIB médio	15.229,61	21.222,64	21.222,64	14.521,68	13.700,48	13.700,48
Impacto no fornecimento de banda larga do PIB	75,16	912,42	960,94	0,00	0,00	0,00
Impacto da presença do governo eletrônico no PIB	0,74	0,00	0,00	187,78	138,68	142,51

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

<sup>25</sup> Um modelo econométrico foi testado para interagir a introdução do governo eletrônico com a introdução da oferta de banda larga em nível municipal. Não foram obtidos resultados significativos porque o número de municípios onde ambos os tratamentos ocorreram é muito baixo.

<sup>26</sup> Foi feita uma tentativa de criar um modelo alternativo para incluir apenas observações de 2009 a 2014 (a fim de evitar a geração de um grande número de dados imputados). No modelo para todas as observações os resultados são mantidos, com o coeficiente de governo eletrônico na primeira especificação sendo de 0,0068 \*\*. No modelo para municípios com menos de 25.000 habitantes, os resultados também são mantidos, com coeficientes (1) 0,0102 \*\*\*; (2) 0,0088 \*\* e (3) 0,0087 \*\*. Isto mostra que não há diferenças significativas em comparação com o modelo com dados imputados. Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

Após estudar o impacto no PIB da introdução da oferta de banda larga fixa em casa para os municípios brasileiros, procedemos a quantificar o impacto do tratamento no nível da população empregada. Considerando a terceira especificação (a que controla o crescimento da matrícula escolar e o peso da população de cada observação) constatamos que a introdução da banda larga fixa em casa gera um aumento no nível de população empregada de 5,88%. Este efeito é ainda mais grande para municípios com mais de 25.000 habitantes: 7,09% (consulte a Tabela 19). Este cenário de maior criação de empregos nos municípios mais populosos explica por que resultados significativos no crescimento do PIB são obtidos nestas áreas.

**Tabela 19. Impacto da oferta de banda larga em casa sobre o nível de população empregada no Brasil**

Impacto no emprego	A população inteira			Municípios com mais de 25.000 habitantes		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,0329999 ***	0,0563206 ***	0,0587922 ***	0,0564761 ***	0,0678104 ***	0,0708533 ***
	(0,0026751)	(0,0169753)	(0,0174817)	(0,0049328)	(0,0203495)	(0,0204288)
Matrícula escolar	-	-	0,4270742 ***	-	-	0,3979553 ***
	-	-	(0,079239)	-	-	(0,1132982)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	59.532	59.532	59.532	15.132	27.288	59.532
Grupos	4.961	4.961	4.961	1.261	2.274	4.961
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,0497	0,0941	0,0127	0,1215	0,1574	0,0025

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

Dada a evidência de que a introdução da banda larga fixa em casa gera um aumento na população empregada, vale a pena perguntar se este aumento ocorre nas empresas existentes ou através da criação de novas empresas. Considerando a terceira especificação (a que controla o crescimento da matrícula escolar e o peso da população de cada observação), constatamos que a introdução da banda larga fixa em casa não gera um efeito significativo na criação de novas empresas. Isto significa que o maior número de empregos é gerado dentro de empresas pré-existentes. Por outro lado, nos municípios com menos de 25.000 habitantes, há um efeito positivo e significativo na criação de empresas, embora pequeno: 0,06%. Os detalhes podem ser analisados na Tabela 20.

**Tabela 20. Impacto da oferta de banda larga residencial na criação de empresas nos municípios brasileiros**

Impacto na criação de negócios	A população inteira			Municípios com menos de 25.000 habitantes		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,0012189 ***	0,0008181	0,000854	0,0012345 ***	0,0007131 ***	0,0006246 ***
	(0,0000716)	(0,0007374)	(0,0007298)	(0,0000884)	(0,000149)	(0,0001476)
Matrícula escolar	-	-	0,0060628 *	-	-	0,0077949 ***
	-	-	(0,0031115)	-	-	(0,0004602)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	60.168	60.168	60.168	44.892	44.892	44.892
Grupos	5.014	5.014	5.014	3.741	3.741	3.741
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,0764	0,0315	0,0221	0,0605	0,0349	0,0924

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

Os dados brasileiros nos permitem estimar um impacto adicional na mortalidade infantil, embora para um conjunto limitado de municípios que apresentam dados para o período em análise. Considerando a terceira especificação (a que controla o crescimento da matrícula escolar e o peso da população de cada observação) verificamos que a introdução da banda larga fixa em casa não gera um efeito significativo na redução da mortalidade infantil (embora a correlação seja negativa: a oferta de banda larga reduz a mortalidade infantil). Este resultado se torna significativo para municípios com menos de 75.000 habitantes, em média, no período em análise, onde a provisão de banda larga gera uma redução na mortalidade infantil de 2,31% (consulte a Tabela 21). Este efeito em municípios menores pode estar associado ao fato de que, com a chegada da oferta de banda larga, a telemedicina pode ser desenvolvida, o que melhora o sistema de saúde local.

**Tabela 21. Impacto da oferta de banda larga domiciliar na taxa de mortalidade infantil nos municípios brasileiros**

Impacto sobre a mortalidade infantil	A população inteira			Municípios com menos de 75.000 habitantes		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Oferta	-0,1497259 ***	-0,0162272	-0,0163176	-0,1577006 ***	-0,0235008 *	-0,0230998 *
	(0,0081897)	(0,0102529)	(0,0102381)	(0,0098317)	(0,0135787)	(0,0135809)
Matrícula escolar	-	-	-0,0151211	-	-	-0,1061363 **
	-	-	(0,0412001)	-	-	(0,0504441)
Ponderação da população	Não	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Observações	26.316	26.316	26.316	21.408	21.408	21.408
Grupos	2.193	2.193	2.193	1.784	1.784	1.784
Efeito fixo por ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Efeito fixo por unidade sub-soberana	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R-2	0,0650	0,0316	0,0293	0,0575	0,0298	0,0176

Fonte: elaboração própria.

Erros padrão entre parênteses.

Significado estatístico: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,05; \*p<0,1.

### 3.4. Discussão dos resultados

Os resultados da análise em termos das hipóteses mencionadas para consideração permitem tirar as seguintes conclusões:

#### CONCLUSÕES



**C1:** Confirma-se a hipótese de que, em termos de crescimento do PIB per capita, a implementação da banda larga tende a beneficiar municípios com populações maiores do que municípios menos populosos. Em municípios com mais de 25.000 habitantes, o PIB total per capita aumenta 5,04%, em comparação com um impacto direto não significativo em municípios com menos de 25.000 habitantes. Isto porque os centros metropolitanos concentram os setores industriais com a maior intensidade de transações e fluxo de informações (por exemplo, serviços financeiros, atividades profissionais). Portanto, em municípios com mais de 25.000 habitantes, o PIB industrial per capita aumenta 8,86%, em comparação com um aumento de 7,05% nos serviços, 2,39% no setor público e um efeito neutro na agricultura. Entretanto, em municípios com menos de 25.000 habitantes, são detectadas mudanças intersetoriais, com o PIB agrícola per capita crescendo às custas do PIB per capita industrial, de serviços e do setor público.



**C2:** A hipótese de que o impacto no PIB per capita aumenta temporariamente devido a um aumento na experiência de utilização do serviço é confirmada. Para os municípios onde o serviço foi introduzido entre 2007 e 2010, obtemos um impacto no PIB per capita médio de R\$1.894. O impacto é menor para os municípios que adotaram o serviço entre 2011 e 2014, onde o aumento do PIB per capita médio total atinge R\$649. Finalmente, nos municípios que incorporaram o serviço após 2014, observa-se um efeito negativo no PIB total per capita médio de -R\$1.317.<sup>27</sup>

<sup>27</sup> As municipalidades que adotaram o serviço antes de 2014 tiveram um efeito neutro a curto prazo. O efeito negativo a curto prazo para os municípios que incorporaram o serviço após 2014 pode ser explicado pelo contexto econômico do país, que, segundo dados do Banco Mundial, viu uma queda de 26% no PIB per capita medido em dólares entre 2014 e 2019.





**C3:** A hipótese de que o impacto econômico (medido em termos de PIB per capita) do acesso à banda larga é positivo para a população média do país é confirmada. Em particular, constata-se que o fornecimento de banda larga em casa tem um impacto positivo de 4,57% (R\$970) sobre o PIB per capita.



**C4:** Confirma-se a hipótese de que as melhorias econômicas no PIB per capita como resultado do fornecimento de banda larga são geradas principalmente por uma melhoria na qualidade do emprego dos habitantes, através de mais emprego nas empresas incumbentes. Observa-se que a introdução da banda larga fixa em casa leva a um aumento no nível de população empregada de 5,88%. Este efeito é ainda maior para os municípios com mais de 25.000 habitantes (7,09%), o que explica porque são obtidos resultados significativos no crescimento do PIB per capita nestas áreas. Este efeito se dá especialmente através do aumento do emprego em empresas pré-existentes, pois não se observam mudanças significativas na criação de novas empresas: apenas 0,06% em municípios com menos de 25.000 habitantes.



**C5:** A hipótese de que o fornecimento de banda larga em nível municipal leva a um aumento na matrícula escolar é testada em municípios com menos de 25.000 habitantes. Em municípios com menos de 10.000 habitantes, a introdução da banda larga no nível doméstico leva a um crescimento de 0,61% no número de matrículas escolares. A longo prazo, este efeito acabará contribuindo para um aumento do PIB per capita. Este resultado implica que, embora nenhum efeito positivo sobre o PIB total per capita tenha sido encontrado no período em análise nos municípios com populações menores, espera-se que, a longo prazo, haja um impacto positivo através do canal de educação. Resultados semelhantes são obtidos para municípios com 10.000 a 25.000 habitantes, embora com uma magnitude maior: 1,28% de crescimento na matrícula. O efeito desaparece em municípios com mais de 25.000 habitantes.



**C6:** A hipótese de que a provisão de governo eletrônico em nível municipal gera um efeito positivo nos indicadores econômicos, assim como a provisão de banda larga, é testada para municípios com menos de 25.000 habitantes. Embora não tenha um impacto significativo no PIB total per capita, nos municípios com menos de 25.000 habitantes o efeito é positivo e significativo. Nesses municípios, a introdução de um programa de governo eletrônico em nível municipal produz um aumento do PIB total per capita de 1,04%. Este resultado e o da hipótese 5 demonstram que em municípios menos populosos, onde o analfabetismo digital é maior, os canais de contribuição para o impacto econômico são diferentes: maior matrícula escolar e desenvolvimento de incentivos para o uso de serviços como o governo eletrônico.



**C7:** A hipótese de que a introdução da banda larga em nível municipal gera um impacto positivo na métrica de saúde é testada para municípios com menos de 75.000 habitantes. Os dados do Brasil nos permitem estimar um impacto adicional sobre a mortalidade infantil, embora para um grupo limitado de municípios que relatam dados para o período em análise. Os resultados deste modelo indicam que a provisão indiferenciada de banda larga fixa não tem um efeito significativo na redução da mortalidade infantil. Entretanto, o sinal da variável correspondente na correlação é negativo, indicando que a provisão de banda larga reduz a mortalidade infantil. Este resultado torna-se significativo para os municípios que, em média, no período em análise têm menos de 75.000 habitantes, onde a provisão de banda larga gera uma redução na mortalidade infantil de 2,31%. Em municípios menores, este efeito pode estar associado ao fato de que a chegada do fornecimento de banda larga permite o desenvolvimento da telemedicina, o que melhora o sistema de saúde local.

O conjunto de evidências fornece uma base empírica valiosa para formular estratégias para implantar a infraestrutura digital de última milha e resolver as lacunas da demanda. Em particular, estes resultados mostram que a implementação da banda larga pode aumentar a desigualdade entre os municípios dependendo do tamanho de sua população, o que torna necessário acompanhar a medida com políticas públicas que permitam um benefício equitativo da tecnologia. Neste sentido, é destacada a necessidade de realizar ações de alfabetização digital em municípios menos povoados, a fim de apoiar o uso da banda larga no tecido produtivo. Caso contrário, o impacto da conectividade no PIB per capita é limitado às áreas mais povoadas, onde estão localizados os setores mais intensivos em tecnologia.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Mais detalhes sobre recomendações para a implantação da banda larga podem ser encontrados em Katz et al. (2021).

# Referências

- Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações). 2021. Dados sobre a densidade de banda larga fixa no Brasil. Disponível em: <https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/acessos/banda-larga-fixa>.
- Atif, S. , J. Endres e J. Macdonald. 2012. Infraestrutura de banda larga e crescimento econômico: Um painel de análise de dados dos países da OCDE. Kiel: ZBW, Econstor. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10419/65419>.
- Banco Mundial. 2021. Dados do PIB do Brasil de 2014 a 2019. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponível em: <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?locations=BR>
- Crandall, R. , W. Lehr e R. Litan. 2007. The Effects of Broadband Deployment on Output and Employment: A Cross-Sectional Analysis of U.S. Data. Questões de Política Econômica. Washington D. C. A Instituição Brookings. Disponível em: [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/06labor\\_crandall.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/06labor_crandall.pdf).
- Czernich, N. , O. Falck, T. Kretschmer e L. Woessman. 2009. Broadband Infrastructure and Economic Growth. CESifo Working Paper 2861. Munich: CESifo. Disponível em: [https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1\\_wp2861.pdf](https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1_wp2861.pdf).
- Ferrés, D. 2010. Relación entre adopción de Internet y empleo de alta calidad: Uruguay 2006-2009. Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información. Lima: DIRSI.
- Gutiérrez. 2013. Internet y actividad económica en Colombia, 2007-2011: un análisis a nivel de municipios y de las 23 principales ciudades. Lima: DIRSI.
- García Zaballos, A. , E. Iglesias Rodríguez, M. Cave, A. Elbittar, R. Guerrero, E. Mariscal e W. Webb, 2020. El impacto de la infraestructura digital en las consecuencias de la COVID-19 y en la mitigación de efectos futuros. Washington, D. C. : BID. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18235/0002809>.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2021. Informações sobre o produto interno bruto (PIB) do Brasil. Brasília: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>.
- . 2021. Informações sobre a divisão territorial do Brasil. Brasília: IBGE. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/23701-divisao-territorial-brasileira.html>.

- INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais). 2021. Sinopse Estadística de Educação Básica. Brasília: INEP. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-basica>.
- Katz, R., J. Jung, e F. Callorda. 2020. Can Digitization Mitigate the Economic Damage of a Pandemic? Evidence from SARS. *Telecommunications Policy*, 44(10), 102044.
- Katz, R. e F. Callorda. 2020. How Broadband, Digitization and ICT Regulation Impact the Global Economy: Global Econometric Modelling. Ginebra: UIT. Disponível em: [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.BDR-2020-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.BDR-2020-PDF-E.pdf).
- Katz, R. e J. Jung. 2021. The Economic Impact of Broadband and Digitization through the COVID- 19 Pandemia: Econometric Modelling. Genebra: UIT. Disponível em: <http://handle.itu.int/11.1002/pub/819126c2-en>.
- Katz, R. e P. Koutroumpis. 2012a. The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach. *Telecommunications Policy*. Disponível em: [https://www.broadbandcommission.org/wp-content/uploads/2021/02/BBMDG1Panama\\_CaseStudy2012.pdf](https://www.broadbandcommission.org/wp-content/uploads/2021/02/BBMDG1Panama_CaseStudy2012.pdf).
- . 2012b. The Economic Impact of Broadband in the Philippines. Geneva: International Broadband Commission. Disponível em: <http://www.broadbandcommission.org/download/3419/>.
- Koutroumpis, P. 2009. The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach. *Telecommunications Policy* 33(9), 471-485.
- Ministério da Saúde do Brasil. Taxa de mortalidade infantil. Informações disponíveis no da Saúde TABNET. Mortalidade infantil: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/inf10br.def>. Nascimentos ao vivo: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinasc/cnv/nvbr.def>.
- UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). 2020. Penetración de banda ancha por hogares en América Latina. Ginebra: ITU Disponível em: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>.
- Whitacre, B. , R. Gallardo e S. Strover. 2014. Does Rural Broadband Impact Jobs and Income? Evidence from Spatial and First-Differenced Regressions. *The Annals of Regional Science* 53(3), 649-670.

