

Medición del impacto socioeconómico del desarrollo de infraestructura de última milla en Brasil

Sector de Instituciones
para el Desarrollo

División de Conectividad,
Mercados y Finanzas

NOTA TÉCNICA
Nº IDB-TN-2429

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

Medición del impacto socioeconómico del desarrollo de infraestructura de última milla en Brasil

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

Abril 2022

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Medición del impacto socioeconómico del desarrollo de infraestructura de última milla en Brasil / Pau Puig Gabarró, Raúl Katz, Hernán Galperin, Fernando Callorda, Enrique Iglesias Rodríguez, Antonio García Zaballos, Marcos Robles, Ramiro Valencia. p. cm. — (Nota técnica del BID ; 2429)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Infraestructure (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 Desarrollo. División de Conectividad, Mercados y Finanzas. X. Serie.

IDB-TN-2429

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Noté que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Medición del impacto socioeconómico del desarrollo de infraestructura de última milla en Brasil

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

Brasil



Resumen

El presente documento busca adentrarse en la medición del impacto económico y social del desarrollo de infraestructura de telecomunicaciones de última milla en Brasil, diferenciando el análisis por contexto geográfico (municipios de baja población o muy poblados), género y años de educación formal, detallando los efectos y los canales de transmisión que vinculan el despliegue de banda ancha con los beneficios socioeconómicos. Acceder a esta información puede ayudar al gobierno de Brasil a tomar decisiones de políticas públicas sobre la conveniencia de extender el despliegue de última milla.

Los resultados demuestran la importancia de acompañar el despliegue de banda ancha con políticas públicas que promuevan un beneficio equitativo de la tecnología. En este sentido, se destaca la necesidad de realizar acciones de alfabetización digital en municipios menos poblados a fin de apoyar el aprovechamiento de la banda ancha en el tejido productivo.

Códigos JEL: G18, G28, L96, L86, L42

Palabras clave: infraestructura digital, conectividad, inclusión, economía digital

Autores

Pau Puig Gabarró

Tiene una maestría en Gestión Internacional de Empresas por la Universidad Internacional Menéndez Pelayo y una maestría en Telecomunicaciones por la Universidad Pompeu Fabra. Se desempeña como especialista en Telecomunicaciones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), desde donde brinda apoyo a los gobiernos de América Latina y el Caribe para la reforma de políticas públicas en tecnologías digitales y la planificación y ejecución de inversiones en infraestructura de telecomunicaciones. Anteriormente, ejerció funciones parecidas en el Banco Mundial.

Raúl Katz

Es PhD en Ciencias Políticas y Administración de Empresas, MS en Tecnologías y Políticas de Comunicaciones por el Massachusetts Institute of Technology (MIT), y tiene una maestría y una licenciatura en Ciencias de la Comunicación por la Universidad de París y una maestría en Ciencias Políticas por la Universidad de París-Sorbona. Durante 20 años se desempeñó en Booz Allen & Hamilton como socio líder de la Práctica de Telecomunicaciones en las Américas y miembro del equipo de dirección de la firma. Es presidente de Telecom Advisory Services, LLC, y director de Investigación de Estrategia de Negocios en el Columbia Institute for Tele-Information, Columbia Business School, así como profesor visitante del Programa de Gestión de Telecomunicaciones de la Universidad de San Andrés.

Hernán Galperin

Es PhD y MA en Comunicaciones por Stanford University y tiene una licenciatura en Sociología y Economía por la Universidad de Buenos Aires. Ha sido profesor en el Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad de San Andrés y director de la Maestría en Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones en la misma universidad. En la actualidad, se desempeña como profesor asociado y decano adjunto de la Annenberg School of Communications en la University of Southern California y director del Annenberg Research Network on International Communication.

Fernando Callorda

Tiene una maestría y una licenciatura en Economía por la Universidad de San Andrés. Se desempeña como gerente de proyectos en Telecom Advisory Services, LLC; investigador en la Red Nacional de Universidades Públicas de Argentina y profesor de Economía Política en la Universidad Nacional de La Matanza (UNLAM). Antes de incorporarse a Telecom Advisory Services, LLC, trabajó como analista en el Congreso de la República Argentina y como auditor en Deloitte.

Enrique Iglesias Rodríguez

Tiene una maestría en Mercados Bancarios y Financieros por la Universidad Carlos III y una maestría en Telecomunicaciones por la Universidad Autónoma de Madrid. Es especialista en Telecomunicaciones en la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del BID, desde donde ha apoyado a los gobiernos de América Latina y el Caribe en el desarrollo de agendas de banda ancha y economía digital a través de asistencia técnica y operaciones de préstamo. Anteriormente, trabajó como consultor de estrategia y operaciones en Madrid, donde prestó servicios a empresas de telecomunicaciones líderes de América Latina y el Caribe y Europa.

Antonio García Zaballos

Es Doctor en Economía por la Universidad Carlos III de Madrid. Se desempeña como profesor de Finanzas Aplicadas a Telecomunicaciones en el Instituto de Empresa, y de Regulación Económica en American University y Johns Hopkins University. Es autor de diversas publicaciones sobre aspectos económicos y regulatorios aplicados al sector de las telecomunicaciones y especialista líder en materia de telecomunicaciones para la Gerencia de Instituciones para el Desarrollo del BID, así como coordinador de la plataforma de banda ancha de la misma institución. Tiene amplia experiencia en el sector de las telecomunicaciones, donde ha llevado a cabo su actividad profesional en distintos puestos de responsabilidad. En Deloitte España lideró la práctica de Regulación para América Latina y el Caribe, antes de lo cual fungió como economista jefe del Gabinete de Estudios Económicos de la Regulación en Telefónica de España y subdirector de Análisis Económico y Mercados en el ente regulador de telecomunicaciones de España.

Durante su trayectoria profesional fue asesor de reguladores, operadores de telecomunicaciones y gobiernos en países como Arabia Saudí, Argentina, China, Ecuador, Paraguay, Polonia, República Checa y República Dominicana. Forma parte de distintos comités técnicos de expertos, entre los que destacan el Foro Económico Mundial (FEM), dentro de la iniciativa Internet para Todos, y la Comisión de Banda Ancha de Naciones Unidas.

Marcos Robles

Tiene una maestría en Economía del Centro de Investigación y Docencia Económicas de México. Se desempeña como economista de investigación en el Sector Social del BID. Previamente trabajó en la Unidad de Pobreza y Desigualdad y en el Departamento de Investigación de la misma institución. Ha brindado apoyo técnico a proyectos del Banco relacionados con pobreza, desigualdad y focalización de programas sociales para Ecuador, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú y República Dominicana. Antes de su llegada al BID, fue asesor del Instituto Nacional de Planificación y del Instituto Nacional de Estadística, y Gerente de Métodos Cuantitativos en Maximixe Consulting en Perú. Ha sido coordinador técnico del Programa para el Mejoramiento de las Encuestas y la Medición de las Condiciones de Vida en América Latina y el Caribe (MECOVI) del BID, el Banco Mundial y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y del Proyecto Presupuesto y Gasto Social del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) en Paraguay. También ha fungido como profesor de Econometría y Métodos Cuantitativos en varias universidades de México y Perú. Su campo de investigación se centra en asuntos relacionados con pobreza, desigualdad y asistencia social.

Ramiro Valencia

Es MA en Economía por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), sede Ecuador, e ingeniero electrónico y de telecomunicaciones por la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador. Actualmente se desempeña como consultor en Telecom Advisory Services, LLC, antes de lo cual trabajó nueve años en el Ministerio de Telecomunicaciones y la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones de Ecuador, donde ocupó el cargo de director de Estudios, Análisis Estadístico y de Mercado.

Índice general

Resumen ejecutivo	1
Introducción	12
1. La naturaleza del problema por investigar	13
2. Hipótesis para considerar en el análisis	16
3. Modelos y resultados	18
3.1. Metodología	18
3.2. Datos utilizados	21
3.3. Resultados	26
3.4. Discusión de resultados	47
Referencias	51

Resumen ejecutivo

El objetivo del presente estudio es estimar el impacto socioeconómico del despliegue de infraestructura digital de última milla en Brasil.



El despliegue y la adopción de banda ancha en Brasil han evolucionado a pasos acelerados en el último decenio. De acuerdo con los datos de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (Anatel), la penetración de banda ancha fija por hogares¹ se ha ampliado del 19% en 2008 al 51% en 2020. Esto implica que Brasil se encuentra en un nivel similar al promedio regional de América Latina y el Caribe, que a 2020 alcanzaba el 56% de los hogares con el servicio.² En este contexto de penetración creciente, tal como ocurre en todas las geografías del mundo, la adopción varía significativamente entre los municipios de pocos habitantes y los más poblados. En 2018, la banda ancha fija solo llegaba al 18% de los hogares en municipios poco habitados,³ mientras que en los municipios con mayor población (más de 25.000 habitantes) la penetración ascendía al 51% de los hogares.⁴ Una de las variables principales que explican esta diferencia es la brecha de la oferta, es decir, la cobertura de servicio limitada que existe fuera de los municipios más poblados.

¹ Entendida como el número de conexiones de banda ancha fija reportadas por el regulador dividido por el número de hogares.

² Sobre la base de UIT (2020) y un relevamiento del número de abonados de banda ancha fija efectuado a partir de datos publicados por reguladores de telecomunicaciones de la región.

³ En Brasil no se define un municipio como urbano/rural por el tamaño de la población sino con base en una división administrativa que no se corresponde con los datos disponibles sobre despliegue del servicio. El Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) indica diferentes alternativas en función del tamaño de población (25.000 habitantes, 10.000 habitantes, 3.000 habitantes), pero dentro de cada municipio existen tanto observaciones rurales como urbanas. Por tal motivo, en este documento se consideran los municipios por tamaño de población, sin diferenciar estrictamente entre urbano y rural.

⁴ Los datos reflejan el análisis realizado por los autores de los datos municipales de densidad de banda ancha fija publicados por Anatel.

En este marco dicotómico el gobierno de Brasil debe tomar decisiones de políticas públicas para extender el despliegue de infraestructura de última milla. Si la evidencia generada a nivel agregado respecto del impacto socioeconómico de la banda ancha es aplicable a los municipios con menos población, la infraestructura digital de última milla es una palanca que puede ayudar a remediar la diferencia de producto interno bruto (PIB) per cápita entre los municipios que tienen un mayor número de habitantes y los menos poblados. Esta problemática es más urgente aún en el escenario creado por la pandemia: investigaciones recientes han vinculado el despliegue de infraestructura de banda ancha con una mayor capacidad de resiliencia económica.⁵

Este punto constituye el centro analítico del presente documento, que busca adentrarse en la medición del impacto económico y social del desarrollo de infraestructura de última milla, diferenciando el análisis por contexto geográfico (municipios de baja población⁶ o muy poblados), género y años de educación formal, detallando los efectos y los canales de transmisión que vinculan el despliegue de banda ancha con los beneficios socioeconómicos. Acceder a esta información puede ayudar al gobierno de Brasil a tomar decisiones de políticas públicas sobre la importancia de extender el despliegue de redes de conectividad de última milla.

La evidencia de la investigación generada hasta la fecha permite formalizar una serie de hipótesis de trabajo para ser evaluadas:

HIPÓTESIS



H1: En términos económicos (medidos como PIB per cápita),⁷ el despliegue de banda ancha tiende a beneficiar más a los municipios con mayor cantidad de habitantes que a los menos poblados, debido a que los municipios más populosos concentran los sectores industriales con mayor volumen de transacciones y más flujo de información (por ejemplo, servicios financieros, actividades profesionales).

⁵ Véanse García Zaballos et al. (2020), Katz, Jung y Callorda (2020) y Katz y Jung (2021).

⁶ Definidos como aquellos con menos de 10.000, 25.000 o 75.000 habitantes, según la especificación de cada análisis econométrico.

⁷ El único dato que provee el IBGE para el conjunto de municipios es el PIB municipal. No suministra información de ingresos totales o laborales.



H2: El impacto económico que genera la conectividad (medido, como se menciona arriba, en términos de PIB per cápita) también se manifiesta temporalmente: puede crecer en el tiempo como consecuencia de un incremento de la experiencia en el uso del servicio.



H3: El impacto económico (medido, en este estudio, en términos de PIB per cápita) del acceso a banda ancha es positivo para la población promedio del país.



H4: Las mejoras económicas en el PIB per cápita producidas como resultado del acceso a banda ancha se generan, principalmente, por una mejora en la calidad del empleo de los habitantes.



H5: La introducción de la banda ancha a nivel municipal origina un aumento en la matrícula escolar, lo cual tiene un impacto en la tasa de alfabetización.



H6: La oferta de servicios de gobierno electrónico asociada al despliegue de banda ancha provoca un efecto positivo en indicadores económicos.



H7: La introducción de la banda ancha a nivel municipal genera un impacto positivo en el desempeño del sistema sanitario.

El análisis busca evaluar las hipótesis mencionadas mediante la metodología de diferencias en diferencias (*difference-in-differences*) en una base consolidada de municipalidades de Brasil.

Con ese fin, se apoya en distintas fuentes de datos que proveen información a nivel municipal entre 2007 y 2018. La medición del despliegue de banda ancha fija se sustenta en datos municipales de densidad de adopción de banda ancha fija provistos por Anatel. El PIB total y el desagregado por componente (agrícola, industrial, servicios, sector público) provienen de las bases del IBGE. El estudio se enfoca en el impacto diferenciado de la banda ancha en el PIB total y por cada uno de sus componentes, la población ocupada, el rol del gobierno electrónico,⁸ la matrícula escolar, la generación de empresas y el sistema de salud local, evaluado con base en la tasa de mortalidad infantil, según datos suministrados por las agencias de estadísticas brasileñas y/o los ministerios correspondientes (véanse los detalles en el cuadro 1). La falta de microdatos a nivel municipal se compensa con datos para casi la totalidad de los municipios del país para el período 2007-18. En ese sentido, se cuenta con información sobre nivel de adopción de banda ancha fija a escala municipal, matrícula escolar y nivel de PIB per cápita de todos los años entre 2007 y 2018 para 5.321 municipios de los 5.570 que integran Brasil. Debido a esta ausencia de datos para el conjunto de municipios, en algunos análisis los modelos fueron especificados para un número inferior de observaciones. En particular, en el caso del análisis sobre población ocupada se contó con información para 4.961 municipios; sobre número de empresas, para 5.014 municipios, y sobre mortalidad infantil, para 2.193 municipios. Por último, cabe destacar que la falta de datos de panel a nivel hogar/individuo imposibilitó correr regresiones de diferencias en diferencias con ese grado de desagregación. Ese problema fue solucionado con la generación de pseudopaneles basados en el promedio de cada municipalidad.

⁸ Entendido como una variable binaria que indica la oferta de herramientas digitales por parte del gobierno municipal para la población (acceso a Internet para la comunicación con el ciudadano o formularios digitales, entre otras).

Para evaluar el impacto del despliegue de infraestructura de última milla en las métricas de PIB se especifica un modelo de diferencias en diferencias donde la variable de impacto es el PIB per cápita y el “tratamiento” es cuando cada municipio pasa de no estar conectado a la banda ancha fija a estarlo, según la ecuación siguiente:

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

Esta es una regresión simple, que determina el efecto en el PIB per cápita generado en un municipio en el que existe la posibilidad de acceder a una oferta del servicio de banda ancha en el hogar, donde:

Y_{it} : Es el PIB per cápita.

Tratamiento_{it} : Es la variable que distingue los grupos.

- 1: Para las áreas con oferta de banda ancha en el hogar, definidas como aquellas municipalidades donde al menos el 10% de los hogares ha adoptado el servicio.
- 0: Para las áreas sin oferta de banda ancha en el hogar, definidas como aquellas municipalidades donde menos del 10% de los hogares ha adoptado el servicio.

Año_t : Corresponde a un efecto fijo por cada año entre 2007 y 2018.

Municipio_i : Corresponde a un efecto fijo por cada municipio incluido en la regresión.

X_{it} : Es una matriz de otras variables independientes que se usan a modo de control en algunas especificaciones, como el crecimiento de la matrícula escolar (medido como número de personas matriculadas en el sistema escolar de educación básica como porcentaje de la población).

μ_{it} : Es el término de error.

En relación con la variable dependiente se aplican diferentes modelos econométricos considerando tanto el PIB per cápita total como el impacto en cada uno de sus componentes (agrícola, industrial, servicios y sector público).

Sobre las variables independientes que se usan para cada análisis se realizan distintas especificaciones de los modelos econométricos. En primer lugar, se evalúa la relación directa entre el tratamiento y el PIB per cápita. Posteriormente, entendiendo que la muestra contiene un porcentaje importante de municipios muy pequeños, se pondera cada observación por el tamaño de la población del municipio. Este agregado metodológico evita la sobrerrepresentación en los resultados de los municipios con muy poca población, que son, además, los de mayor fluctuación en el PIB per cápita. Finalmente, se considera una tercera especificación en la que también se incluye un control por el cambio en la matrícula escolar como aproximación al nivel educativo del municipio. En todas las especificaciones se contemplan controles por efecto fijo de año (una variable binaria por cada año incluido en la regresión) y municipio (una variable binaria por cada municipio incluido en la regresión).

Asimismo, se introduce un análisis que busca medir el impacto temporal en el PIB per cápita. Con este objetivo se mantiene la estructura de la ecuación ①, aunque se agregan dos términos adicionales de control: uno que mide la interacción del tratamiento (inicio de la oferta de banda ancha fija en el hogar) entre 2007 y 2010; y otro donde se mide la interacción del tratamiento en el caso de que el mismo fuera realizado entre 2011 y 2014.

Aparte de analizar el impacto de la banda ancha fija en el hogar sobre el PIB per cápita se estudia la contribución de esta oferta a otros indicadores. En primer lugar, se estima el impacto en términos de mejora del sistema educativo. Para tal fin se usa el indicador sobre el crecimiento de la matrícula escolar a nivel municipal, que mide el número de personas matriculadas en el sistema escolar de educación básica.⁹ La metodología es la misma que la ecuación ①, aunque en este caso la variable dependiente es el logaritmo natural de la matrícula escolar.

Al mismo tiempo, se especifica un modelo adicional para analizar el impacto particular de la oferta de servicios de gobierno electrónico a nivel municipal.

⁹ Sobre la base de los datos provistos por INEP (2021).

En este caso se mantiene la estructura de la ecuación ① agregando un término que marca la presencia o no de la oferta de servicios de gobierno electrónico, con base en los datos para 2009 (extrapolando esa observación para 2007 a 2011), 2012 (extrapolando ese dato para 2013) y 2014 (extrapolando esa información para 2015 a 2018).¹⁰ Se reconoce que, como el número de años con estadísticas es reducido, la robustez de los hallazgos no es la óptima. Aun así, al obtener resultados estadísticamente significativos se optó por incluir el análisis.

Posteriormente, y a fin de medir la contribución al empleo, se analiza el impacto sobre la población ocupada. Para este modelo se mantiene la estructura de la ecuación ①, pero la variable dependiente representa la cantidad de personas ocupadas con relación al total de población registrada en el municipio, según los datos del IBGE. Además, se construye un modelo adicional donde la variable dependiente representa el logaritmo natural del número total de empresas presentes en un municipio, también según el IBGE, para determinar si el crecimiento del empleo se debe a la creación de empresas o al aumento en el número de empleados en los establecimientos ya existentes.

Por último, se considera un modelo con el objetivo de estimar el impacto de la introducción de la oferta de banda ancha en el hogar en el sistema de salud local. Para este modelo se mantiene la estructura de la ecuación ①, pero la variable dependiente está ahora representada por la tasa de mortalidad infantil, o sea la relación entre las muertes de menores de un año con respecto al total de nacimientos multiplicado por 1.000, con base en datos del Ministerio de Salud de Brasil.

Los resultados del análisis en términos de las hipótesis presentadas antes permiten establecer las siguientes conclusiones:

¹⁰ Por otra parte, se intentó interactuar la introducción de gobierno electrónico con la variable de tratamiento, pero el número de observaciones donde ocurren cambios en ambos indicadores en el período analizado fue muy pequeño para obtener resultados significativos.

CONCLUSIONES



C1: Se confirma la hipótesis de que, en términos del crecimiento del PIB per cápita, el despliegue de banda ancha tiende a beneficiar más a los municipios con mayor cantidad de habitantes que a los menos poblados. En los municipios con más de 25.000 habitantes el PIB per cápita total aumenta un 5,04%, comparado con un impacto directo no significativo en los municipios con menos de 25.000 habitantes. Esto se debe a que los centros metropolitanos concentran los sectores industriales con mayor volumen de transacciones y más flujo de información (por ejemplo, servicios financieros, actividades profesionales). Por eso, en municipios con más de 25.000 habitantes el PIB per cápita industrial aumenta un 8,86%, comparado con un incremento del 7,05% en el de servicios, del 2,39% en el del sector público y un efecto neutro en el agrícola. En tanto, en municipios con menos de 25.000 habitantes se detectan cambios intersectoriales, donde el PIB per cápita agrícola crece, en detrimento del industrial, el de servicios y el del sector público.



C2: Se confirma la hipótesis de que el impacto en el PIB per cápita que genera la conectividad aumenta temporalmente debido a un acrecentamiento de la experiencia en el uso del servicio. Para los municipios donde el servicio fue introducido entre 2007 y 2010 se obtiene un impacto en el PIB per cápita promedio de R\$1.894. El impacto es menor para los municipios que adoptaron el servicio entre 2011 y 2014, donde el incremento en el PIB per cápita total promedio alcanza R\$649. Finalmente, en los municipios que incorporaron el servicio luego de 2014 se observa un efecto negativo en el PIB per cápita total promedio de -R\$1.317.¹¹

¹¹ Los municipios que adoptaron el servicio antes de 2014 tuvieron un efecto neutro de corto plazo. El efecto negativo de corto plazo para los municipios que incorporaron el servicio luego de 2014 puede explicarse por el contexto económico del país, que, de acuerdo con datos del Banco Mundial, entre 2014 y 2019 tuvo una caída del 26% en el PIB per cápita medido en dólares.



C3: Se confirma la hipótesis de que el impacto económico (medido en términos del PIB per cápita) del acceso a banda ancha es positivo para la población promedio del país. En particular se encuentra que la oferta de banda ancha en el hogar tiene un impacto positivo del 4,57% (R\$970) en el PIB per cápita.



C4: Se confirma la hipótesis de que las mejoras económicas en el PIB per cápita como resultado de la oferta de banda ancha se generan principalmente por una mejora en la calidad del empleo de los habitantes, a través de más empleo en empresas preexistentes. Se observa que la introducción de la banda ancha fija en el hogar provoca un incremento en el nivel de población ocupada del 5,88%. Este efecto es aún mayor para los municipios con más de 25.000 habitantes (el 7,09%), lo cual explica por qué se obtienen resultados significativos en crecimiento del PIB per cápita en esas áreas. Este efecto se da especialmente mediante una mayor ocupación en las empresas preexistentes, ya que no se observan cambios significativos en la creación de empresas: solo un 0,06% en los municipios de menos de 25.000 habitantes.



C5: Se comprueba en los municipios de menos de 25.000 habitantes la hipótesis de que la oferta de banda ancha a nivel municipal genera un incremento en la matrícula escolar. En los municipios con menos de 10.000 habitantes la introducción de banda ancha en el hogar origina un crecimiento en la matrícula escolar del 0,61%. En el largo plazo este efecto terminará contribuyendo al aumento del PIB per cápita. Este resultado implica que, a pesar de que no se encontró un efecto positivo en el PIB per cápita total en el período bajo análisis en los municipios con menos población, es esperable que en el largo plazo exista un impacto positivo a través del canal educativo. Similar resultado se obtiene para los municipios con 10.000 a 25.000 habitantes, aunque con una magnitud superior: un 1,28% de crecimiento de la matrícula. El efecto desaparece en los municipios de más de 25.000 habitantes.



C6: Se comprueba para los municipios de menos de 25.000 habitantes la hipótesis de que la oferta de gobierno electrónico a nivel municipal genera un efecto positivo en indicadores económicos, al igual que la provisión de banda ancha. Si bien no tiene un impacto significativo en el PIB per cápita total, en los municipios de menos de 25.000 habitantes el efecto es positivo y significativo. En estos municipios, la introducción de un programa de gobierno electrónico a nivel municipal produce un incremento en el PIB per cápita total del 1,04%. Este resultado y el de la hipótesis 5 demuestran que en contextos de municipios menos poblados, donde el analfabetismo digital es mayor, los canales de contribución al impacto económico son diferentes: mayor matrícula escolar y desarrollo de incentivos para el uso del servicio, como el gobierno electrónico.



C7: Se comprueba para los municipios de menos de 75.000 habitantes la hipótesis de que la introducción de la banda ancha a nivel municipal genera un impacto positivo en las métricas sanitarias. Los datos de Brasil permiten estimar un impacto adicional, aunque para un grupo acotado de municipios que presentan información de mortalidad infantil para el período bajo análisis. Los resultados de este modelo indican que la oferta de banda ancha fija de manera indiferenciada no produce un efecto significativo en la reducción de la mortalidad infantil. De todas formas, el signo de la variable correspondiente en la correlación es negativo, lo cual marca que la oferta de banda ancha reduce la mortalidad infantil. Este resultado se convierte en significativo para los municipios que, en promedio, en el período bajo análisis tienen menos de 75.000 habitantes, donde la oferta de banda ancha genera una reducción de la mortalidad infantil del 2,31%. En los municipios más pequeños este efecto puede estar asociado a que la llegada de la oferta de banda ancha permite desarrollar la telemedicina, lo cual mejora el sistema de salud local.

El conjunto de evidencias plantea una valiosa base empírica para la formulación de estrategias de despliegue de infraestructura digital de última milla y resolución de las brechas de demanda. En particular, estos resultados demuestran que el despliegue de banda ancha puede aumentar la desigualdad entre municipios en función del tamaño de su población, lo cual obliga a acompañar la medida con políticas públicas que promuevan un beneficio equitativo de la tecnología. En este sentido, se destaca la necesidad de realizar acciones de alfabetización digital en municipios menos poblados a fin de apoyar el aprovechamiento de la banda ancha en el tejido productivo. De otra manera, el impacto de la conectividad sobre el PIB per cápita se limita a las áreas más pobladas, donde se encuentran los sectores de mayor desarrollo tecnológico.

Introducción

El objetivo del estudio es estimar el impacto socioeconómico del despliegue de infraestructura digital de última milla en Brasil.

El informe está organizado de la siguiente manera: el **capítulo 1** explica las razones que sustentan la necesidad de estudiar esta temática; las hipótesis de trabajo del **capítulo 2** retoman aquellas planteadas por la literatura especializada, aunque se incluyen otras relacionadas con la escolaridad, el gobierno electrónico y el sistema de salud, cuyo análisis es posible debido a la disponibilidad de datos en Brasil; el **capítulo 3** presenta la metodología empleada, los datos obtenidos, los resultados hallados y la discusión de esos resultados.

1. La naturaleza del problema por investigar

El impacto económico del despliegue de infraestructura digital de última milla (denominada banda ancha en la mayoría de los casos) ha sido estudiado de manera agregada a nivel nacional en numerosas investigaciones en las últimas tres décadas.

Los análisis han evolucionado del uso de una metodología meramente correlacional al desarrollo de modelos estructurales, con la intención de demostrar el valor económico de la adopción de banda ancha, fija o móvil (Crandall, Lehr y Litan, 2007; Czernich et al., 2009; Koutroumpis, 2009; Ferrés, 2011; Katz y Koutroumpis, 2012a, 2012b; Atif, Endres y Macdonald, 2012; Gallego y Gutiérrez, 2013; Katz y Callorda, 2020; Katz, Jung y Callorda, 2020). En la mayor parte de estas investigaciones, la metodología usada se basa en el análisis de variables independientes a nivel nacional (por ejemplo, penetración de banda ancha fija o móvil) y variables dependientes como el producto interno bruto (PIB) per cápita y la creación de empleo. La conclusión general es que, con ciertas excepciones, la adopción de banda ancha conlleva una serie de externalidades positivas: crecimiento económico, creación de empleo, mayor ingreso per cápita, productividad y desarrollo de emprendimientos.

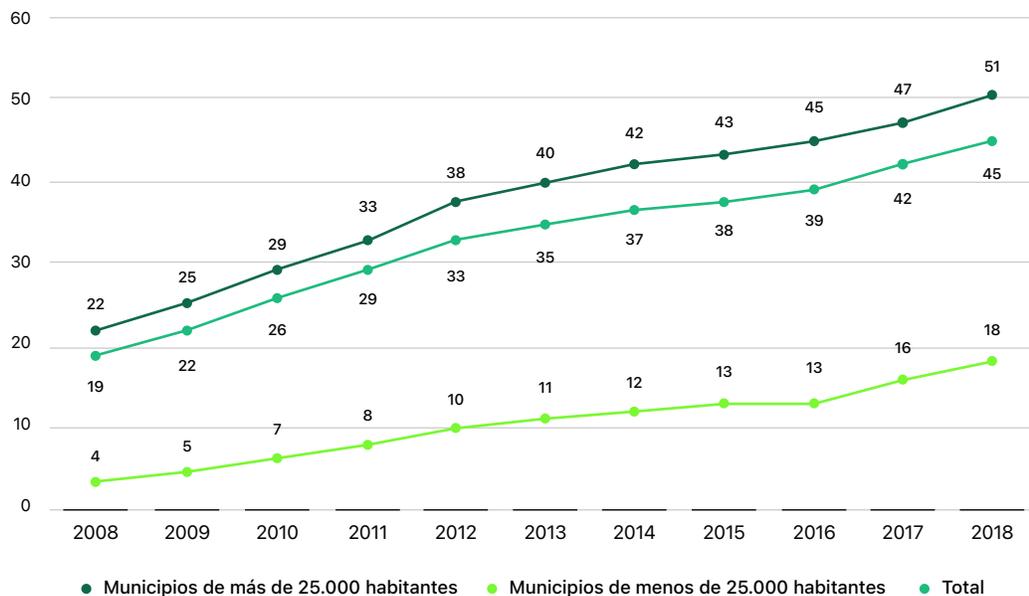
El despliegue y la adopción de banda ancha en Brasil han evolucionado a pasos acelerados en el último decenio. De acuerdo con los datos de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (Anatel), la penetración de banda ancha fija por hogares¹² se ha ampliado del 19% en 2008 al 51% en 2020. Esto implica que Brasil se encuentra en un nivel similar al promedio regional de América Latina y el Caribe, que a 2020 alcanzaba el 56% de los hogares con el servicio.¹³

¹² Entendida como el número de conexiones de banda ancha fija reportadas por el regulador dividido por el número de hogares.

¹³ Sobre la base de UIT (2020) y un relevamiento del número de abonados de banda ancha fija efectuado a partir de datos publicados por reguladores de telecomunicaciones de la región.

En este contexto de penetración creciente, tal como ocurre en todas las geografías del mundo, la adopción varía significativamente entre los municipios de pocos habitantes y los más poblados. En 2018, la banda ancha fija solo llegaba al 18% de los hogares en municipios poco habitados,¹⁴ mientras que en los municipios con mayor población (más de 25.000 habitantes) la penetración ascendía al 51% de los hogares (véase el gráfico 1).¹⁵

Gráfico 1. Adopción total de banda ancha en hogares, en municipios poco poblados y muy poblados, en Brasil, 2008-18 (en porcentaje)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los datos municipales de densidad de banda ancha fija publicados por Anatel.

¹⁴ En Brasil no se define un municipio como urbano/rural por el tamaño de la población sino con base en una división administrativa que no se corresponde con los datos disponibles sobre despliegue del servicio. El Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) indica diferentes alternativas en función del tamaño de población (25.000 habitantes, 10.000 habitantes, 3.000 habitantes), pero dentro de cada municipio existen tanto observaciones rurales como urbanas. Por tal motivo, en este documento se consideran los municipios por tamaño de población, sin diferenciar estrictamente entre urbano y rural.

¹⁵ Los datos reflejan el análisis realizado por los autores de los datos municipales de densidad de banda ancha fija publicados por Anatel.

Una de las variables principales que explican esta diferencia es la brecha de la oferta, es decir, la cobertura de servicio limitada que existe fuera de los municipios más poblados. En este marco dicotómico el gobierno de Brasil debe tomar decisiones de políticas públicas para extender el despliegue de redes de conectividad de última milla. Si la evidencia generada a nivel agregado respecto del impacto socioeconómico de la banda ancha es aplicable a los municipios con menos población, la infraestructura digital de última milla es una palanca que puede ayudar a remediar la diferencia de PIB per cápita entre los municipios que tienen un mayor número de habitantes y los menos poblados. Esta problemática es más urgente aún en el escenario creado por la pandemia: investigaciones recientes han vinculado el despliegue de infraestructura de banda ancha con una mayor capacidad de resiliencia económica.¹⁶ Este punto constituye el centro analítico de este documento, que busca adentrarse en la medición del impacto económico y social del desarrollo de infraestructura de última milla, diferenciando el análisis por contexto geográfico (municipios de baja población¹⁷ o muy poblados), género y años de educación formal, detallando los efectos y los canales de transmisión que vinculan el despliegue de banda ancha con los beneficios socioeconómicos. Acceder a esta información puede ayudar al gobierno de Brasil a tomar decisiones de políticas públicas sobre la importancia de extender el despliegue de redes de conectividad de última milla.

¹⁶ Véanse García Zaballos et al. (2020), Katz, Jung y Callorda (2020) y Katz y Jung (2021).

¹⁷ Definidos como aquellos con menos de 10.000, 25.000 o 75.000 habitantes, según la especificación de cada análisis econométrico.

2. Hipótesis para considerar en el análisis

El estudio del impacto diferenciado urbano/rural (entendido en este documento como el impacto diferenciado en municipios muy poblados y poco poblados), tanto mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios con efectos fijos como con las metodologías de pareamiento por puntaje de propensión (propensity score matching) y diferencias en diferencias (*difference-in-differences*), ha comenzado a generar una evidencia importante en lo referente al impacto diferenciado en el ingreso, la creación de empleo y el aumento de emprendimientos. Asimismo, la evidencia ha empezado a establecer otras dimensiones de impacto, como la temporalidad, es decir el tiempo requerido para que el efecto económico del despliegue de infraestructura de última milla se materialice en los municipios menos poblados. Estos hallazgos permiten formalizar una serie de hipótesis de trabajo para ser evaluadas:

HIPÓTESIS



H1: En términos económicos (medidos como PIB per cápita),¹⁸ el despliegue de banda ancha tiende a beneficiar más a los municipios con mayor cantidad de habitantes que a los menos poblados, debido a que los municipios más populosos concentran los sectores industriales con mayor volumen de transacciones y más flujo de información (por ejemplo, servicios financieros, actividades profesionales).



H2: El impacto económico que genera la conectividad (medido, como se menciona arriba, en términos de PIB per cápita) también se manifiesta temporalmente: puede crecer en el tiempo como consecuencia del incremento de la experiencia en el uso del servicio.

¹⁸ El único dato que provee el IBGE para el conjunto de municipios es el PIB municipal. No suministra información de ingresos totales o laborales.



H3: El impacto económico (medido en términos de PIB per cápita) del acceso a banda ancha es positivo para la población promedio del país.



H4: Las mejoras económicas en el PIB per cápita producidas como resultado del acceso a banda ancha se generan principalmente por una mejora en la calidad del empleo de los habitantes.



H5: La introducción de la banda ancha a nivel municipal origina un aumento en la matrícula escolar, lo cual tiene un impacto en la tasa de alfabetización.



H6: La oferta de servicios de gobierno electrónico asociada al despliegue de banda ancha provoca un efecto positivo en indicadores económicos.



H7: La introducción de la banda ancha a nivel municipal genera un impacto positivo en el desempeño del sistema sanitario.

3. Modelos y resultados

El análisis busca evaluar las hipótesis mencionadas mediante la metodología de diferencias en diferencias (*difference-in-differences*) en una base consolidada de municipalidades de Brasil.

Con ese fin, se apoya en distintas fuentes de datos que proveen información a nivel municipal entre 2007 y 2018. Por el lado del despliegue de la red de banda ancha fija se poseen datos municipales de densidad de adopción de banda ancha fija provistos por Anatel. En cuanto al PIB total y el desagregado por componente (agrícola, industrial, servicios, sector público), los datos provienen del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). El estudio se enfoca en el impacto diferenciado de la banda ancha en el PIB per cápita total y por cada uno de sus componentes, la población ocupada, el rol del gobierno electrónico,¹⁹ la matrícula escolar, la generación de empresas y el sistema de salud local, evaluado en función de la tasa de mortalidad infantil.

3.1. Metodología

Para evaluar el impacto del despliegue de infraestructura de última milla en las métricas de PIB se especifica un modelo de diferencias en diferencias donde la variable de impacto es el PIB per cápita y el “tratamiento” es cuando cada municipio pasa de no estar conectado a la banda ancha fija a estarlo, según la ecuación siguiente:

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

Esta es una regresión simple, que determina el efecto en el PIB per cápita generado en un municipio en el que existe la posibilidad de acceder a una oferta del servicio de banda ancha en el hogar, donde:

¹⁹ Entendido como una variable binaria que indica la oferta de herramientas digitales por parte del gobierno municipal para la población (acceso a Internet para la comunicación con el ciudadano o formularios digitales, entre otras).

Y_{it} : Es el PIB per cápita.

Tratamiento $_{it}$: Es la variable que distingue los grupos.

- 1: Para las áreas con oferta de banda ancha en el hogar, definidas como aquellas municipalidades donde al menos el 10%²⁰ de los hogares ha adoptado el servicio.
- 0: Para las áreas sin oferta de banda ancha en el hogar, definidas como aquellas municipalidades donde menos del 10% de los hogares ha adoptado el servicio.

Año $_t$: Corresponde a un efecto fijo por cada año entre 2007 y 2018.

Municipio $_i$: Corresponde a un efecto fijo por cada municipio incluido en la regresión.

X_{it} : Es una matriz de otras variables independientes que se usan a modo de control en algunas especificaciones, como el crecimiento de la matrícula escolar (medido como número de personas matriculadas en el sistema escolar de educación básica como porcentaje de la población).

μ_{it} : Es el término de error.

En relación con la variable dependiente se aplican diferentes modelos econométricos considerando tanto el PIB per cápita total como el impacto en cada uno de sus componentes (agrícola, industrial, servicios y sector público).

Sobre las variables independientes que se usan para cada análisis se realizan distintas especificaciones de los modelos econométricos. En primer lugar, se evalúa la relación directa entre el tratamiento y el PIB per cápita. Posteriormente, entendiendo que la muestra contiene un porcentaje importante de municipios muy pequeños, se pondera cada observación por el tamaño de la población del municipio. Este agregado metodológico evita la sobrerrepresentación en los resultados de los municipios con muy poca población, que son, además, los de mayor fluctuación en el PIB per cápita. Finalmente se considera una tercera especificación en la que también se incluye un control por el cambio en la matrícula escolar como aproximación al nivel educativo del municipio. En todas las especificaciones se contemplan controles por efecto fijo de año (una variable binaria por cada año incluido en la regresión) y municipio (una variable binaria por cada municipio incluido en la regresión).

²⁰ Si bien este umbral de conectividad es arbitrario, la literatura especializada muestra que se trata de un umbral mínimo para lograr establecer el impacto de la banda ancha sobre los niveles de ingreso y empleo (Whitacre, Gallardo y Strover, 2014).

Asimismo, se introduce un análisis que busca medir el impacto temporal en el PIB per cápita. Con este objetivo se mantiene la estructura de la ecuación ①, aunque se agregan dos términos adicionales de control: uno que mide la interacción del tratamiento (inicio de la oferta de banda ancha fija en el hogar) entre 2007 y 2010; y otro donde se mide la interacción del tratamiento en el caso de que el mismo fuera realizado entre 2011 y 2014.

Aparte de analizar el impacto de la banda ancha fija en el hogar en el PIB per cápita, se estudia la contribución de esta oferta a otra serie de indicadores. En primer lugar, se estima el impacto en términos de mejora del sistema educativo. Para tal fin se usa el indicador sobre el crecimiento de la matrícula escolar a nivel municipal, que mide el número de personas matriculadas en el sistema escolar de educación básica.²¹ La metodología es exactamente la misma que la ecuación ①, pero en este caso la variable dependiente es el logaritmo natural de la matrícula escolar.

Al mismo tiempo, se presenta un modelo adicional para analizar el impacto particular de la oferta de servicios de gobierno electrónico a nivel municipal. Se define como gobierno electrónico la disponibilidad de herramientas digitales ofrecidas por el gobierno municipal (acceso a Internet para la comunicación con el ciudadano o formularios digitales). Para este modelo se mantiene la estructura de la ecuación ① agregando un término que marca la presencia o no de un plan de gobierno electrónico con base en los datos para 2009 (extrapolando esa observación para 2007 a 2011), 2012 (extrapolando ese dato para 2013) y 2014 (extrapolando esa información para 2015 a 2018). Por otra parte, se intentó interactuar la introducción de gobierno electrónico con la variable de tratamiento, pero el número de observaciones donde ocurren cambios en ambos indicadores en el período analizado fue muy pequeño para obtener resultados significativos.

Posteriormente, a fin de medir la contribución al empleo, se analiza el impacto sobre la población ocupada. Para este modelo se mantiene la estructura de la ecuación ①, pero la variable dependiente representa la cantidad de personas ocupadas con relación al total de población registrada en el municipio según los datos del IBGE. Además, se construye un modelo adicional donde la variable dependiente representa el logaritmo natural del número total de empresas presentes en un municipio, también según el IBGE, para determinar si el crecimiento del empleo se debe a la creación de empresas o al aumento en el número de empleados en los establecimientos ya existentes.

²¹ Sobre la base de los datos provistos por INEP (2021).

Por último, se considera un modelo con el objetivo de estimar el impacto de la introducción de la oferta de banda ancha en el hogar en el sistema de salud local. Para este modelo se mantiene la estructura de la ecuación ①, pero la variable dependiente está ahora representada por la tasa de mortalidad infantil, o sea la relación entre las muertes de menores de un año con respecto al total de nacimientos multiplicado por 1.000, con base en datos del Ministerio de Salud de Brasil.

3.2. Datos utilizados

El estudio se enfoca en el impacto diferenciado de la banda ancha en el PIB per cápita total y por cada uno de sus componentes, la población ocupada, el rol del gobierno electrónico, la matrícula escolar, la generación de empresas y el sistema de salud local, evaluado con base en la tasa de mortalidad infantil. El análisis se apoya en diferentes fuentes de datos que proveen información a nivel municipal entre 2007 y 2018. Por el lado del despliegue de la red de banda ancha fija se poseen datos municipales de densidad de adopción de banda ancha fija provistos por Anatel. En cuanto al PIB total y el desagregado por componente (agrícola, industrial, servicios y sector público), los datos provienen del IBGE.

La falta de microdatos a nivel municipal se compensa con datos para casi la totalidad de los municipios del país para el período 2007-18. Como fue detallado en la sección previa, se dispone de información anual para el PIB per cápita total y su desagregación por componente (agrícola, industrial, servicios y sector público), matrícula escolar, presencia de gobierno electrónico (para 2009, 2012 y 2014), población ocupada, número de empresas, tasa de mortalidad infantil y densidad de banda ancha fija. Los detalles se pueden observar en el cuadro 1.

Cuadro 1. Datos disponibles para las regresiones en Brasil

Indicador	Descripción	Fuente
Código de municipio	Código numérico que hace referencia a una localidad que se encuentra dentro de una región. En algunos casos el código es de 6 o 7 dígitos, y los 2 primeros dígitos representan la región (UF: unidad federativa).	Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) https://www.ibge.gov.br/explica/codigos-dos-municipios.php .
Municipio	Municipio como la unidad de la federación con menor cobertura territorial.	
Código de UF	Código numérico que hace referencia a una unidad federativa y consta de 2 dígitos.	División Territorial Brasileña (DTB) https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/23701-divisao-territorial-brasileira.html .
UF	Unidad federativa. Actualmente existen 27 UF en Brasil.	
Densidad	Densidad de banda ancha fija es la cantidad de accesos por cada 100 hogares reportados por los operadores.	Anatel - Densidad de banda ancha fija https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/acessos/banda-larga-fixa .
VAB total	Valor agregado bruto total en valores corrientes (moneda: real brasileño).	IBGE - Producto interno bruto de los municipios https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html .
VAB agro	Valor agregado bruto agrícola en valores corrientes (moneda: real brasileño).	
VAB industria	Valor agregado bruto industrial en valores corrientes (moneda: real brasileño).	
VAB servicios	Valor agregado bruto de servicios en valores corrientes (moneda: real brasileño).	
VAB sector público	Valor agregado bruto del sector público en valores corrientes (moneda: real brasileño).	
Gobierno electrónico	Oferta de herramientas digitales por parte del gobierno municipal para la población (acceso a Internet para la comunicación con el ciudadano o formularios digitales).	IBGE - Informaciones básicas de los municipios https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html .

Cuadro 1. Datos disponibles para las regresiones en Brasil (continuación)

Indicador	Descripción	Fuente
Tasa de mortalidad infantil	La tasa de mortalidad infantil es la relación entre las muertes de menores de 1 año con respecto al total de nacidos vivos multiplicado por 1.000.	Ministerio de Salud - Tabnet Mortalidad infantil: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/inf10br.def . Nacidos vivos: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sinasc/cnv/nvbr.def .
Matrícula escolar	Número de personas matriculadas en el sistema escolar de educación básica en valor absoluto. Para la regresión se considera este valor como porcentaje de la población de cada municipio.	Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones Educativas (INEP, por sus siglas en portugués) - Sinopsis estadística de educación básica https://www.gov.br/inep/pt-br/acao-a-informacao/dados-abetos/sinopses-estatisticas/educacao-basica .
Número de empresas	Número total de empresas presentes en un municipio.	IBGE - Estadísticas del Registro Central de Empresas (Cempre) https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9016-estatisticas-do-cadastro-central-de-empresas.html .
Población ocupada	Representa la cantidad de personas ocupadas con relación al total de población registrada en el municipio.	IBGE - Estimaciones de población https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html .

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Para evitar tasas de cambio excesivas en la distribución del PIB por sectores se fijó un PIB per cápita mínimo por sector industrial de R\$1.

Esta información permite realizar análisis sobre el ingreso, el empleo y la dualidad urbano/rural, midiendo el impacto sobre el PIB per cápita, con la salvedad de que en lugar de medir urbano/rural se consideran los municipios por el tamaño de su población. Asimismo, se pueden hacer análisis adicionales a fin de entender mejor los canales de impacto de la introducción de la oferta de banda ancha fija a nivel municipal, como el que se produce en la matrícula escolar, en el número de empresas y en la tasa de mortalidad infantil. Desafortunadamente, los análisis por género y nivel educativo no son factibles debido a que solo se cuenta con datos agregados a nivel municipal.

El estudio se basa en información sobre nivel de adopción de banda ancha fija a escala municipal, matrícula escolar y nivel de PIB per cápita para todos los años entre 2007 y 2018 para 5.321 municipios de los 5.570 que integran Brasil. La principal razón de exclusión de ciertas observaciones fue la falta de información sobre el PIB per cápita para algunos años en municipios pequeños, seguida por la ausencia de datos de PIB total negativo. El cuadro 2 muestra la distribución de los municipios considerados por unidad federativa, diferenciando entre los de menos de 25.000 habitantes y los de más de 25.000 habitantes.

Cuadro 2. Distribución de municipios considerados por unidad federativa en Brasil, según cantidad de habitantes, y observaciones contempladas

Unidad federativa	Población inferior a 25.000 habitantes	Población superior a 25.000 habitantes	Observaciones totales
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

Cuadro 2. Distribución de municipios considerados por unidad federativa en Brasil, según cantidad de habitantes, y observaciones contempladas (continuación)

Unidad federativa	Población inferior a 25.000 habitantes	Población superior a 25.000 habitantes	Observaciones totales
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
TOTAL	3.980	1.341	5.321

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los datos de IBGE.

Nota: A pesar de que la numeración de identificador de unidad federativa es dispar, se incluye la totalidad de las unidades federativas del país. No hay UF omitidas.

Debido a la falta de datos para la totalidad de municipios, en algunos análisis fue preciso realizar los modelos de regresiones para un número inferior de observaciones. En particular, en el caso del análisis sobre población ocupada se contó con información para 4.961 municipios; sobre número de empresas, para 5.014 municipios, y sobre mortalidad infantil, para 2.193 municipios.

Por último, cabe destacar que la falta de datos de panel a nivel hogar/individuo imposibilita correr regresiones de diferencias en diferencias con ese nivel de desagregación. Ese problema se ha solucionado generando pseudopaneles basados en el promedio de cada municipio.

3.3. Resultados

El primer modelo econométrico estima el impacto de la oferta de banda ancha en el hogar sobre el PIB per cápita considerando todas las observaciones disponibles (63.852 observaciones correspondientes a 5.321 municipios entre 2007 y 2018, inclusive). En la primera especificación, donde solo se incluyen como controles los efectos fijos por año y municipio, se observa que la introducción del servicio a nivel municipal genera un impacto positivo y significativo en el PIB per cápita del 0,51%. En la segunda especificación se incorpora una ponderación de cada observación con base en la población de cada municipio.²² Este agregado metodológico evita la sobrerrepresentación en los resultados de los municipios con muy poca población, que son, además, los de mayor fluctuación en el PIB per cápita. Así es como en la segunda especificación se encuentra que la introducción del servicio provoca un impacto positivo y significativo en el PIB per cápita del 4,34%. Finalmente, en la tercera especificación también se añade un control por el cambio en la matrícula escolar como aproximación al nivel educativo del municipio,²³ y se obtiene que la introducción del servicio produce un impacto positivo y significativo en el PIB per cápita del 4,57% (véase el cuadro 3).

²² La ponderación por población se realizó utilizando el comando *pweights*, que considera los pesos muestrales. También se contempló el uso del comando *aweghts*, que toma en cuenta las ponderaciones analíticas y con el que se obtienen unos errores estándar menores. Se eligió la primera metodología porque es más restrictiva para la significatividad de los resultados.

²³ En los años analizados en el estudio existe un fuerte aumento de la inversión en educación en Brasil, por lo cual este coeficiente está controlando no solo por el aumento en capital humano sino también por el incremento en la inversión en educación que genera como resultado el crecimiento de la matrícula escolar. Igualmente, cabe destacar que los resultados del modelo (2) y del (3) son muy similares en todos los modelos econométricos realizados.

Cuadro 3. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita total de Brasil, 2008-18 (en reales)

Modelo general	Ln PIB per cápita total		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,005105 **	0,0433809 ***	0,0457066 ***
	(0,0023931)	(0,01145)	(0,0116736)
Matrícula escolar	-	-	0,4417138 ***
	-	-	(0,0425087)
Ponderación por población	No	Sí	Sí
Observaciones	63.852	63.852	63.852
Grupos	5.321	5.321	5.321
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1822	0,2041	0,1142
PIB promedio	15.229,61	21.222,64	21.222,64
Impacto en el PIB	77,75	920,66	970,01

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

A través de estos primeros modelos se encuentra que el impacto positivo de la introducción de banda ancha en Brasil (luego de ponderar los municipios por su respectiva población) se ubica en torno del 4,50%.

Posteriormente, se estima el impacto de la oferta de banda ancha en el hogar sobre los diferentes componentes del PIB per cápita (agrícola, industrial, servicios y sector público). Considerando los resultados de la tercera especificación (que pondera por población de cada municipio y controla por la evolución de la matrícula escolar) se halla que la introducción de banda ancha en el hogar no genera un impacto significativo en el PIB per cápita agrícola.

En cambio, el impacto es positivo y significativo en el resto de los componentes del PIB per cápita: del 7,89% en el industrial; del 5,75% en el de servicios, y del 2% en el del sector público (véanse los cuadros 4 y 5). De este modo, y debido a que, en principio, el PIB per cápita inicial es el mayor, la introducción de banda ancha generará un incremento más grande en términos nominales en el PIB per cápita del sector de servicios (R\$659), seguido por el PIB per cápita del sector industrial (R\$405).

Cuadro 4. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita agrícola e industrial en Brasil, 2008-18 (en reales)

Modelo general	Ln PIB per cápita agrícola			Ln PIB per cápita industrial		
	(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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,0269	0,0275	0,0020	0,0463	0,0838	0,0382
PIB promedio	3.205,08	1.092,60	1.092,60	3.435,89	5.128,35	5.128,35
Impacto en el PIB	124,36	0,00	0,00	-66,60	394,26	404,73

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Cuadro 5. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita de servicios y del sector público en Brasil, 2008-18 (en reales)

Modelo general	Ln PIB per cápita de servicios			Ln PIB per cápita del sector 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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1512	0,1863	0,1051	0,6011	0,6046	0,5466
PIB promedio	5.181,27	11.449,61	11.449,61	3.408,14	3.553,74	3.553,74
Impacto en el PIB	0,00	632,21	658,86	-16,45	64,43	70,98

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Luego de analizar los efectos de la introducción de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita para el agregado de los municipios de Brasil, se realizó un subanálisis, dividiendo los mismos por su nivel poblacional. El primer análisis incluyó los municipios que en el período bajo análisis tuvieron una población promedio inferior a 10.000 habitantes. Considerando los resultados de la tercera especificación (que pondera por población de cada municipio y controla por evolución de la matrícula escolar) se encuentra que no existe un impacto significativo de la introducción de banda ancha en el hogar en estos municipios. Los detalles pueden observarse en el cuadro 6.

Cuadro 6. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita total en municipios de Brasil con menos de 10.000 habitantes, 2008-18 (en reales)

Municipios con menos de 10.000 habitantes	Ln PIB per cápita total		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	-0,0078138 ** (0,0035669)	-0,0034553 (0,0056627)	-0,0064351 (0,005544)
Matrícula escolar	-	-	0,4868706 *** (0,0266119)
Ponderación por población	No	Sí	Sí
Observaciones	27.288	27.288	27.288
Grupos	2.274	2.274	2.274
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1982	0,1996	0,1027
PIB promedio	15.540,69	14.890,74	14.890,74
Impacto en el PIB	-121,43	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

El hecho de que el efecto a nivel general en el período analizado sea neutro para los municipios con menos de 10.000 habitantes no significa que la introducción de banda ancha no genere cambios dentro de la composición del PIB entre sectores. En particular, considerando la tercera especificación de los modelos realizados, se encuentra que la introducción de banda ancha en el hogar en los municipios con menos de 10.000 habitantes produce un impacto positivo y significativo del 2,44% en el PIB agrícola; y un impacto negativo y significativo del -3,49% en el PIB industrial; del -1,08% en el de servicios y del -1,27% en el del sector público (véanse los cuadros 7 y 8). Estos resultados pueden explicarse debido a que con la introducción de banda ancha existe una migración del PIB per cápita hacia el sector que tiene mayor escala a nivel municipal (en los municipios de menos de 10.000 habitantes el sector agrícola es el de mayor peso en el PIB total inicialmente).

Cuadro 7. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita agrícola e industrial en municipios de Brasil con menos de 10.000 habitantes, 2008-18 (en reales)

Municipios con menos de 10.000 habitantes	Ln PIB per cápita agrícola			Ln PIB per cápita industrial		
	(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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,0485	0,0505	0,0016	0,0599	0,0602	0,0094
PIB promedio	4.767,27	4.316,77	4.316,77	2.762,38	2.785,51	2.785,51
Impacto en el PIB	66,00	120,27	105,15	-87,25	-85,00	-97,08

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Cuadro 8. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita de servicios y del sector público en municipios de Brasil con menos de 10.000 habitantes, 2008-18 (en reales)

Municipios con menos de 10.000 habitantes	Ln PIB per cápita de servicios			Ln PIB per cápita del sector 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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1861	0,1857	0,0834	0,6834	0,6834	0,6364
PIB promedio	4.234,97	4.185,52	4.185,52	3.776,37	3.603,39	3.603,39
Impacto en el PIB	-27,93	0,00	-45,28	-41,57	-37,12	-45,70

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

La situación para los municipios que tienen, en promedio, entre 10.000 y 25.000 habitantes en el período analizado es similar a la encontrada para los municipios con menos de 10.000 habitantes. Esto significa que la introducción de banda ancha en el hogar no genera un efecto significativo en el crecimiento del PIB per cápita. Los detalles pueden observarse en el cuadro 9.

Cuadro 9. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita total en municipios de Brasil con 10.000 a 25.000 habitantes, 2008-18 (en reales)

Municipios con 10.000 a 25.000 habitantes	Ln PIB per cápita total		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,0101179 **	0,0090714	0,0024549
	(0,0043672)	(0,0068199)	(0,0065302)
Matrícula escolar	-	-	0,5157431 ***
	-	-	(0,0338324)
Ponderación por población	No	Sí	Sí
Observaciones	20.472	20.472	20.472
Grupos	1.706	1.706	1.706
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1880	0,1874	0,0958
PIB promedio	13.163,39	13.173,13	13.173,13
Impacto en el PIB	133,19	0,00	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Que el efecto a nivel general en el período analizado sea neutro para los municipios con 10.000 a 25.000 habitantes no significa que la introducción de banda ancha no genere cambios dentro de la composición del PIB entre sectores. En particular se encuentra que la introducción de banda ancha en el hogar en estos municipios produce un impacto positivo y significativo en el PIB agrícola del 7,02%, mientras que provoca un impacto negativo y significativo en el PIB industrial, del -5,43%; en el de servicios, del -1,96%, y en el del sector público, del -1,13% (véanse los cuadros 10 y 11). Estos resultados pueden explicarse debido a que con la introducción de banda ancha existe una migración del PIB per cápita hacia el sector que tiene mayor potencial de acuerdo con la escala poblacional del municipio, que en los de menor cantidad de habitantes es el sector agrícola.

Cuadro 10. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita agrícola e industrial en municipios de Brasil con 10.000 a 25.000 habitantes, 2008-18 (en reales)

Municipios con 10.000 a 25.000 habitantes	Ln PIB per cápita agrícola			Ln PIB per cápita industrial		
	(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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,0583	0,0590	0,0197	0,0431	0,0427	0,0040
PIB promedio	2.541,52	2.493,08	2.493,08	3.116,44	3.090,54	3.090,54
Impacto en el PIB	186,50	190,75	175,02	-138,63	-141,07	-167,79

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Cuadro 11. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita de servicios y del sector público en municipios de Brasil con 10.000 a 25.000 habitantes, 2008-18 (en reales)

Municipios con 10.000 a 25.000 habitantes	Ln PIB per cápita de servicios			Ln PIB per cápita del sector 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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1581	0,1575	0,0657	0,6281	0,6281	0,5741
PIB promedio	4.361,39	4.455,40	4.455,40	3.144,10	3.134,17	3.134,17
Impacto en el PIB	-50,38	-55,81	-87,39	-19,63	-19,58	-35,47

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Finalmente se estima el impacto en los municipios que tienen, en promedio, más de 25.000 habitantes en el período analizado. Considerando la tercera especificación de los modelos presentados, se encuentra que para estos municipios la introducción de banda ancha en el hogar genera un impacto positivo y significativo en el PIB per cápita total del 5,04%. Los detalles pueden observarse en el cuadro 12.

Cuadro 12. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita total en municipios de Brasil con más de 25.000 habitantes, 2008-18 (en reales)

Municipios con más de 25.000 habitantes	Ln PIB per cápita total		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	0,0181519 ***	0,0474293 ***	0,0504435 ***
	(0,004921)	(0,0156865)	(0,0155507)
Matrícula escolar	-	-	0,4717747 ***
	-	-	(0,0662501)
Ponderación por población	No	Sí	Sí
Observaciones	16.092	16.092	16.092
Grupos	1.341	1.341	1.341
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1764	0,2016	0,1166
PIB promedio	17.330,69	23.097,15	23.097,15
Impacto en el PIB	314,58	1.095,48	1.165,10

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

El efecto positivo a nivel total del PIB no implica que ese impacto sea simétrico entre los diferentes sectores de la economía. En primer lugar, se observa que la introducción de banda ancha en el hogar en los municipios con más de 25.000 habitantes no genera un impacto significativo en el PIB per cápita agrícola (que en este grupo de municipios no tiene un peso significativo dentro del PIB total). En cambio, sí produce un impacto positivo y significativo en el PIB industrial, del 8,86%; en el de servicios, del 7,05%, y en el del sector público, del 2,39% (véanse los cuadros 13 y 14). Como el PIB de servicios es mayor inicialmente, será el que se beneficie del incremento más grande (R\$931), seguido por el industrial (R\$502) y el del sector público (R\$87).

Cuadro 13. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita agrícola e industrial en municipios de Brasil con más de 25.000 habitantes, 2008-18 (en reales)

Municipios con más de 25.000 habitantes	Ln PIB per cápita agrícola			Ln PIB per cápita industrial		
	(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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,0150	0,0205	0,0323	0,0484	0,0897	0,0326
PIB promedio	1.400,18	604,07	604,07	4.984,41	5.659,51	5.659,51
Impacto en el PIB	25,44	0,00	0,00	0,00	486,69	501,61

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Cuadro 14. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita de servicios y del sector público en municipios de Brasil con más de 25.000 habitantes, 2008-18 (en reales)

Municipios con más de 25.000 habitantes	Ln PIB per cápita de servicios			Ln PIB per cápita del sector 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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1453	0,1868	0,1010	0,5857	0,5967	0,5523
PIB promedio	7.828,99	13.213,20	13.213,20	3.119,62	3.622,40	3.622,40
Impacto en el PIB	126,03	891,44	931,24	0,00	78,11	86,56

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Hasta aquí se analiza el impacto directo que tiene la introducción de banda ancha fija en el hogar en el PIB per cápita de los municipios de Brasil. Sin embargo, también existe un impacto indirecto a través de una mejora en el nivel educativo. En la primera especificación del cuadro 15 se observa que cuando no se considera la ponderación por población de cada municipio se halla una relación positiva entre la oferta de banda ancha y el incremento en la matrícula escolar. Este efecto deja de ser significativo cuando en la segunda especificación se pondera cada municipio por su población.

Cuadro 15. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en la matrícula escolar de los municipios de Brasil, 2008-18

Impacto en la matrícula escolar	Toda la población	
	(1)	(2)
Oferta	0,0067173 ***	-0,0052653
	(0,0011182)	(0,0044111)
Ponderación por población	No	Sí
Observaciones	63.852	63.852
Grupos	5.321	5.321
Efecto fijo por año	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí
R-2	0,1228	0,1338

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Prosiguiendo con el análisis del impacto de la introducción de banda ancha fija en el hogar sobre la matrícula escolar, se examina ese efecto para los municipios de Brasil discriminados en función de su población promedio durante el período de estudio. En primer lugar, considerando la especificación que pondera por la población de cada observación, se encuentra que en los municipios con menos de 10.000 habitantes la introducción de banda ancha fija en el hogar genera un crecimiento en la matrícula escolar del 0,61%. En el largo plazo este efecto terminará afectando el PIB per cápita, ya que a partir de los resultados de la regresión del cuadro 6 se obtiene que un aumento de la matrícula escolar provoca un impacto positivo en el PIB. Este resultado implica que a pesar de que no se encontró un efecto positivo en el PIB total en el período bajo análisis, es esperable que en el largo plazo exista un impacto positivo a través del canal educativo. Similar escenario se halla para los municipios con 10.000 a 25.000 habitantes, aunque con una magnitud superior: el 1,28%. Finalmente, este efecto desaparece en los municipios de más de 25.000 habitantes. Los detalles se pueden ver en el cuadro 16.

Cuadro 16. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en la matrícula escolar de los municipios de Brasil por número de habitantes del municipio, 2008-18

Impacto en la matrícula escolar	Menos de 10.000 habitantes		Más de 10.000 y menos de 25.000 habitantes		Más 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)
Ponderación por población	No	Sí	No	Sí	No	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1116	0,1112	0,1349	0,1344	0,1580	0,1758

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

En el siguiente modelo se procede a estimar la temporalidad del impacto económico de la introducción de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita. Para tal fin, se dividen los municipios en función del momento en que se inicia la oferta del servicio. Así, los municipios que reciben el tratamiento entre 2007 y 2010 son los primeros adoptantes, los que comienzan el servicio entre 2011 y 2014 son los adoptantes tardíos y los que empiezan entre 2015 y 2018 son los adoptantes rezagados. Los resultados indican que para los primeros adoptantes el efecto es positivo y significativo y genera un incremento en el PIB total promedio de R\$1.894. El efecto es menor para los adoptantes tardíos, entre los cuales el aumento en el PIB total promedio es de R\$649. Finalmente, en los municipios que adoptaron el servicio a partir de 2015 se observa un efecto negativo en el PIB total promedio de -R\$1.317 (véase el cuadro 17). El efecto negativo de corto plazo²⁴ puede deberse a que el indicador sobre el que se mide el impacto es el PIB per cápita y, de acuerdo con datos del Banco Mundial, entre 2014 y 2019 el PIB per cápita de Brasil tuvo una caída a nivel nacional del 26% medido en dólares: de US\$12.112 a US\$8.897.

²⁴ Este efecto negativo de corto plazo no se observa para aquellos municipios que iniciaron la adopción antes de 2015. En esos casos se encuentra un efecto neutro de corto plazo.

Cuadro 17. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el PIB per cápita total de Brasil considerando la temporalidad, 2008-18 (en reales)

Modelo general con temporalidad	Ln PIB per cápita total		
	(1)	(2)	(3)
Oferta	-0,0164419 *** (0,002976)	-0,0434435 *** (0,0114109)	-0,062073 *** (0,0113487)
Oferta entre 2007 y 2010	0,0541048 *** (0,0040156)	0,1185783 *** (0,0126835)	0,1513281 *** (0,0128971)
Oferta entre 2011 y 2014	0,0272973 *** (0,0033525)	0,0805118 *** (0,0084279)	0,0926613 *** (0,008689)
Matrícula escolar	-	-	0,5280016 *** (0,0392464)
Ponderación por población	No	Sí	Sí
Observaciones	63.852	63.852	63.852
Grupos	5.321	5.321	5.321
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí
R-2	0,1835	0,1880	0,0878
PIB promedio	15.229,61	21.222,64	21.222,64
Impacto en el PIB de primeros adoptantes	573,59	1.594,56	1.894,23
Impacto en el PIB de adoptantes tardíos	165,32	786,69	649,16
Impacto en el PIB de adoptantes rezagados	-250,40	-921,99	-1.317,35

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Hasta aquí se demuestra que los canales por los cuales la introducción de banda ancha en el hogar genera efectos positivos en el PIB de Brasil se acrecientan temporalmente. En el siguiente análisis se evalúa el efecto adicional que tiene el factor de que los municipios cuenten con un programa de gobierno electrónico. Considerando la tercera especificación de los modelos (la que controla por crecimiento de la matrícula escolar y pondera por población de cada observación) se encuentra que la introducción de programas de gobierno electrónico en términos generales no tiene un impacto significativo en el PIB per cápita total. En cambio, en los municipios con menos de 25.000 habitantes el efecto es positivo y significativo. En ese escenario la aplicación de un programa de gobierno electrónico a nivel municipal genera un incremento en el PIB per cápita total del 1,04% (véase el cuadro 18). Este resultado indica que en contextos de municipios con pocos habitantes, donde el analfabetismo digital es mayor que en los municipios más poblados, los canales para el impacto económico de la introducción de banda ancha en el hogar son diferentes. En ese sentido, el cuadro 16 muestra que un canal de impacto es el incremento de la matrícula escolar, y el cuadro 18 enseña que el desarrollo del gobierno electrónico municipal conlleva un resultado positivo en el crecimiento del PIB.

Cuadro 18. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar y de la presencia de gobierno electrónico en el PIB per cápita total de Brasil, 2008-18 (en reales) ^{25,26}

Impacto del gobierno electrónico	Ln PIB per cápita total			Ln PIB per cápita 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)
Gobierno electrónico	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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,0059	0,2059	0,1157	0,1901	0,1920	0,0922
PIB promedio	15.229,61	21.222,64	21.222,64	14.521,68	13.700,48	13.700,48
Impacto en el PIB de la oferta de banda ancha	75,16	912,42	960,94	0,00	0,00	0,00
Impacto en el PIB de la presencia de gobierno electrónico	0,74	0,00	0,00	187,78	138,68	142,51

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

²⁵ Se probó la realización de un modelo econométrico para interactuar la presencia de gobierno electrónico con la introducción de la oferta de banda ancha a nivel municipal. No se obtuvieron resultados significativos debido a que el número de municipios donde ocurrieron ambos tratamientos es muy bajo.

²⁶ Se intentó crear un modelo alternativo para incluir solo las observaciones de 2009 a 2014 (a fin de evitar la generación de un número alto de datos imputados). En el modelo para todas las observaciones los resultados se mantienen, siendo el coeficiente de gobierno electrónico en la primera especificación de 0,0068 **. En el modelo para los municipios de menos de 25.000 habitantes también se mantienen los resultados, siendo los coeficientes (1) 0,0102 ***; (2) 0,0088 ** y (3) 0,0087 **. Esto muestra que no existen diferencias significativas respecto del modelo con datos imputados. Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Luego de estudiar el impacto sobre el PIB de la introducción de la oferta de banda ancha fija en el hogar para los municipios de Brasil, se procede a cuantificar el impacto del tratamiento sobre el nivel de población ocupada. Considerando la tercera especificación (la que controla por crecimiento de la matrícula escolar y pondera por población de cada observación) se halla que la introducción de banda ancha fija en el hogar genera un incremento en el nivel de población ocupada del 5,88%. Este efecto es aún más amplio para los municipios que superan los 25.000 habitantes, donde el aumento alcanza el 7,09% (véase el cuadro 19). Este escenario de mayor creación de empleos en los municipios más poblados explica por qué se obtienen resultados significativos en crecimiento del PIB en esas áreas.

Cuadro 19. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en el nivel de población ocupada en Brasil, 2008-18

Impacto en el empleo	Toda la población			Municipios con más 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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,0497	0,0941	0,0127	0,1215	0,1574	0,0025

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Ante la evidencia que muestra que la introducción de banda ancha fija en el hogar genera un aumento en la población ocupada, vale preguntarse si este incremento se da en las empresas existentes o a través de la creación de empresas. Considerando la tercera especificación (la que controla por crecimiento de la matrícula escolar y pondera por población de cada observación) se encuentra que la introducción de banda ancha fija en el hogar no produce un efecto significativo en la creación de empresas. Esto significa que el mayor número de empleos se genera dentro de las empresas preexistentes. En cambio, en los municipios de menos de 25.000 habitantes sí existe un efecto positivo y significativo en la creación de empresas, aunque acotado: del 0,06%. Se pueden analizar los detalles en el cuadro 20.

Cuadro 20. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en la creación de empresas en los municipios de Brasil, 2008-18

Impacto en la creación de empresas	Toda la población			Municipios con 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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,0764	0,0315	0,0221	0,0605	0,0349	0,0924

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

Los datos de Brasil permiten estimar un impacto adicional sobre mortalidad infantil, aunque para un grupo acotado de municipios que presentan información para el período bajo análisis. Considerando la tercera especificación (la que controla por crecimiento de la matrícula escolar y pondera por población de cada observación) se encuentra que la introducción de banda ancha fija en el hogar no genera un efecto significativo en la reducción de la mortalidad infantil (aunque la correlación es negativa: la oferta de banda ancha reduce la mortalidad infantil). Este resultado se convierte en significativo para los municipios que tienen menos de 75.000 habitantes, en promedio, en el período bajo análisis, donde la oferta de banda ancha produce una reducción de la mortalidad infantil del 2,31% (véase el cuadro 21). Este efecto en los municipios más pequeños puede estar asociado a que con la llegada de la oferta de banda ancha se puede desarrollar la telemedicina, lo cual mejora el sistema de salud local.

Cuadro 21. Impacto de la oferta de banda ancha en el hogar en la tasa de mortalidad infantil en los municipios de Brasil, 2008-18

Impacto en la mortalidad infantil	Toda la población			Municipios con 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)
Ponderación por población	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Observaciones	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
Efecto fijo por año	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efecto fijo por unidad subsoberana	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
R-2	0,0650	0,0316	0,0293	0,0575	0,0298	0,0176

Fuente: Elaboración propia.

Errores estándar entre paréntesis.

Significancia estadística: ***p<0,01; **p<0,05; *p<0,1.

3.4. Discusión de resultados

Los resultados del análisis, en términos de las hipótesis mencionadas, permiten generar las siguientes conclusiones:

CONCLUSIONES



C1: Se confirma la hipótesis de que, en términos del crecimiento del PIB per cápita, el despliegue de banda ancha tiende a beneficiar más a los municipios con mayor cantidad de habitantes que a los menos poblados. En los municipios con más de 25.000 habitantes el PIB per cápita total aumenta un 5,04%, comparado con un impacto directo no significativo en los municipios con menos de 25.000 habitantes. Esto se debe a que los centros metropolitanos concentran los sectores industriales con mayor volumen de transacciones y más flujo de información (por ejemplo, servicios financieros, actividades profesionales). Por eso, en municipios con más de 25.000 habitantes el PIB per cápita industrial aumenta un 8,86%, comparado con un incremento del 7,05% en el de servicios, del 2,39% en el del sector público y un efecto neutro en el agrícola. En tanto, en municipios con menos de 25.000 habitantes se detectan cambios intersectoriales, donde el PIB per cápita agrícola crece en detrimento del industrial, el de servicios y el del sector público.



C2: Se confirma la hipótesis de que el impacto en el PIB per cápita que genera la conectividad aumenta temporalmente debido a un acrecentamiento de la experiencia en el uso del servicio. Para los municipios donde el servicio fue introducido entre 2007 y 2010 se obtiene un impacto en el PIB per cápita promedio de R\$1.894. El impacto es menor para los municipios que adoptaron el servicio entre 2011 y 2014, donde el incremento en el PIB per cápita total promedio alcanza R\$649. Finalmente, en los municipios que incorporaron el servicio luego de 2014 se observa un efecto negativo en el PIB per cápita total promedio de -R\$1.317.²⁷

²⁷ Los municipios que adoptaron el servicio antes de 2014 tuvieron un efecto neutro de corto plazo. El efecto negativo de corto plazo para los municipios que incorporaron el servicio luego de 2014 puede explicarse por el contexto económico del país, que, de acuerdo con datos del Banco Mundial, entre 2014 y 2019 tuvo una caída del 26% en el PIB per cápita medido en dólares.



C3: Se confirma la hipótesis de que el impacto económico (medido en términos del PIB per cápita) del acceso a banda ancha es positivo para la población promedio del país. En particular se encuentra que la oferta de banda ancha en el hogar tiene un impacto positivo del 4,57% (R\$970) en el PIB per cápita.



C4: Se confirma la hipótesis de que las mejoras económicas en el PIB per cápita como resultado de la oferta de banda ancha se generan principalmente por una mejora en la calidad del empleo de los habitantes, a través de más empleo en empresas preexistentes. Se observa que la introducción de banda ancha fija en el hogar provoca un incremento en el nivel de población ocupada del 5,88%. Este efecto es aún mayor para los municipios con más de 25.000 habitantes (el 7,09%), lo cual explica por qué se obtienen resultados significativos en el crecimiento del PIB per cápita en esas áreas. Este efecto se da especialmente mediante una mayor ocupación en las empresas preexistentes, ya que no se observan cambios significativos en la creación de empresas: solo un 0,06% en los municipios de menos de 25.000 habitantes.



C5: Se comprueba en los municipios de menos de 25.000 habitantes la hipótesis de que la oferta de banda ancha a nivel municipal genera un incremento en la matrícula escolar. En los municipios con menos de 10.000 habitantes la introducción de banda ancha en el hogar provoca un crecimiento en la matrícula escolar del 0,61%. En el largo plazo, este efecto terminará contribuyendo al aumento del PIB per cápita. Este resultado implica que, a pesar de que no se encontró un efecto positivo en el PIB per cápita total en el período bajo análisis en los municipios con menos población, es esperable que en el largo plazo exista un impacto positivo a través del canal educativo. Similar resultado se obtiene para los municipios con 10.000 a 25.000 habitantes, aunque con una magnitud superior: un 1,28% de crecimiento de la matrícula. El efecto desaparece en los municipios de más de 25.000 habitantes.



C6: Se comprueba para los municipios de menos de 25.000 habitantes la hipótesis de que la oferta de gobierno electrónico a nivel municipal genera un efecto positivo en indicadores económicos, al igual que la provisión de banda ancha. Si bien la misma no tiene un impacto significativo en el PIB per cápita total, en los municipios de menos de 25.000 habitantes el efecto es positivo y significativo. En estos municipios, la introducción de un programa de gobierno electrónico a nivel municipal produce un incremento en el PIB per cápita total del 1,04%. Este resultado y el de la hipótesis 5 demuestran que en contextos de municipios menos poblados, donde el analfabetismo digital es mayor, los canales de contribución al impacto económico son diferentes: mayor matrícula escolar y desarrollo de incentivos para el uso del servicio, como el gobierno electrónico.



C7: Se comprueba para los municipios de menos de 75.000 habitantes la hipótesis de que la introducción de banda ancha a nivel municipal genera un impacto positivo en las métricas sanitarias. Los datos de Brasil permiten estimar un impacto adicional sobre mortalidad infantil, aunque para un grupo acotado de municipios que presentan información para el período bajo análisis. Los resultados de este modelo indican que la oferta de banda ancha fija de manera indiferenciada no produce un efecto significativo en la reducción de la mortalidad infantil. De todas formas, el signo de la variable correspondiente en la correlación es negativo, lo cual marca que la oferta de banda ancha reduce la mortalidad infantil. Este resultado se convierte en significativo para los municipios que, en promedio, en el período bajo análisis tienen menos de 75.000 habitantes, donde la oferta de banda ancha genera una reducción de la mortalidad infantil del 2,31%. En los municipios más pequeños este efecto puede estar asociado a que la llegada de la oferta de banda ancha permite desarrollar la telemedicina, lo cual mejora el sistema de salud local.

El conjunto de evidencias plantea una valiosa base empírica para la formulación de estrategias de despliegue de infraestructura digital de última milla y resolución de las brechas de demanda. En particular, estos resultados demuestran que el despliegue de banda ancha puede aumentar la desigualdad entre municipios en función del tamaño de su población, lo cual obliga a acompañar la medida con políticas públicas que promuevan un beneficio equitativo de la tecnología. En este sentido, se destaca la necesidad de realizar acciones de alfabetización digital en municipios menos poblados a fin de apoyar el aprovechamiento de la banda ancha en el tejido productivo. De otra manera, el impacto de la conectividad sobre el PIB per cápita se limita a las áreas más pobladas, donde se encuentran los sectores de mayor desarrollo tecnológico.²⁸

²⁸ Se pueden consultar mayores detalles sobre las recomendaciones para el despliegue de banda ancha en Katz y Jung (2021).

Referencias

Anatel (Agencia Nacional de Telecomunicaciones). 2021. Datos sobre densidad de banda ancha fija en Brasil. Disponible en:

<https://informacoes.anatel.gov.br/paineis/acessos/banda-larga-fixa>.

Atif, S., J. Endres y J. Macdonald. 2012. Broadband Infrastructure and Economic Growth: A Panel Data Analysis of OECD Countries. Kiel: ZBW, Econstor. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/10419/65419>.

Banco Mundial. 2021. Datos sobre PIB de Brasil 2014 a 2019. Washington, D.C.: Banco Mundial. Disponible en:

<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CD?locations=BR>.

Crandall, R., W. Lehr y R. Litan. 2007. The Effects of Broadband Deployment on Output and Employment: A Cross-Sectional Analysis of U.S. Data. Issues in Economic Policy. Washington D. C.: The Brookings Institution. Disponible en:

https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/06/06labor_crandall.pdf.

Czernich, N., O. Falck, T. Kretschmer y L. Woessman. 2009. Broadband Infrastructure and Economic Growth. CESifo Working Paper 2861. Munich: CESifo. Disponible en:

https://www.cesifo.org/DocDL/cesifo1_wp2861.pdf.

Ferrés, D. 2011. Relación entre adopción de Internet y empleo de alta calidad: Uruguay 2006-2009. Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información. Lima: DIRSI.

Gallego, J. y L. 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 y 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. Disponible en:

<http://dx.doi.org/10.18235/0002809>.

IBGE (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística). 2021. Información sobre producto interno bruto (PIB) de Brasil. Brasilia: IBGE. Disponible en:

<https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>.

----. 2021. Información sobre división territorial de Brasil. Brasilia: IBGE. Disponible en:

<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. Sinopsis Estadística de Educación Básica. Brasília: INEP. Disponible en:
<https://www.gov.br/inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/sinopses-estatisticas/educacao-basica>.
- Katz, R., J. Jung y F. Callorda. 2020. Can Digitization Mitigate the Economic Damage of a Pandemic? Evidence from SARS. *Telecommunications Policy*, 44(10), 102044.
- Katz, R. y F. Callorda. 2020. How Broadband, Digitization and ICT Regulation Impact the Global Economy: Global Econometric Modelling. Ginebra: UIT. Disponible en:
https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.BDR-2020-PDF-E.pdf.
- Katz, R. y J. Jung. 2021. The Economic Impact of Broadband and Digitization through the COVID-19 Pandemic: Econometric Modelling. Ginebra: UIT. Disponible en:
<http://handle.itu.int/11.1002/pub/819126c2-en>.
- Katz, R. y P. Koutroumpis. 2012a. The Economic Impact of Broadband in Panama. Ginebra: International Broadband Commission. Disponible en:
https://www.broadbandcommission.org/wp-content/uploads/2021/02/BBMDG1Panama_CaseStudy2012.pdf.
- . 2012b. The Economic Impact of Broadband in the Philippines. Ginebra: International Broadband Commission. Disponible en:
<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.
- Ministerio de Salud de Brasil. Tasa de mortalidad infantil. Información disponible en TABNET Ministerio de Salud. Mortalidad infantil:
<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sim/cnv/inf10br.def>.
Nacidos vivos: <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. Disponible en:
<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>.
- Whitacre, B., R. Gallardo y 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.

