



FUNDAÇÃO
GETULIO VARGAS

IBRE

Instituto Brasileiro
de Economia

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Número 11

Comparando a adoção de internet banda larga entre países

Mauricio Canêdo-Pinheiro

Janeiro de 2011

COMPARANDO A ADOÇÃO DE INTERNET BANDA LARGA ENTRE PAÍSES*

Mauricio Canêdo-Pinheiro[†]

Resumo

É muito comum medir o desenvolvimento dos países com relação à adoção de serviços de banda larga pela comparação da densidade do acesso a esses serviços. No entanto, embora seja útil como uma primeira aproximação, esta abordagem apresenta a limitação de que os países possuem características sócio-econômicas e demográficas muito diferentes e, portanto, potenciais distintos de disseminação do serviço. O objetivo deste artigo é justamente construir medidas que levem em consideração tais diferenças. No caso específico do Brasil, embora comparações internacionais indiquem que a densidade de acesso é pequena, a disseminação da banda larga aparentemente é compatível com o que seria esperada dada a renda per capita, urbanização, população, área e densidade de telefonia fixa brasileiras.

Abstract

It is usual to measure the broadband adoption by comparing inter-country density of this service. However, while useful as a first approximation, this approach has at least one caveat: countries have very different socio-economic and demographic characteristics and therefore different potential of adoption. In this sense, we build measures that take into account these differences. In the specific case of Brazil, although international comparisons indicate that the density is small, the broadband adoption is apparently compatible with what would be expected given the Brazilian per capita income, urbanization, population, area and density of fixed telephony.

* Agradecimentos a Allan Santana de Vasconcellos, pela assistência de pesquisa. Os erros remanescentes são de responsabilidade do autor. As opiniões expressas não refletem a posição institucional do IBRE/FGV.

[†] Pesquisador do IBRE/FGV.

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, países com Estados Unidos e Austrália anunciaram planos ambiciosos para aumentar a disseminação do serviço de Internet banda larga. No Brasil não tem sido diferente. A massificação desse serviço já está prevista como objetivo de política pública desde 2008, no *Plano Geral de Atualização da Regulamentação das Telecomunicações no Brasil (PGR)*.¹ Neste ano, a intenção de massificar a banda larga foi materializada no lançamento do *Plano Nacional de Banda Larga (PNBL)*.² Tais iniciativas estão ancoradas na percepção dos governos de que a disseminação da banda larga tem impactos positivos no crescimento da economia e no bem-estar da população. Aliás, esta percepção é respaldada pela literatura econômica empírica e teórica.³

Em particular, as iniciativas de política pública nos três países citados – Brasil, inclusive – se baseiam na constatação de que a adoção da banda larga se encontra em níveis muito baixos. No entanto, cabe se perguntar: baixos em relação a quê? A este respeito, é usual a comparação da densidade entre diferentes países [ver, por exemplo, IPEA (2010)]. Esta abordagem, embora seja útil, apresenta a limitação de que os países possuem características sócio-econômicas e demográficas muito diferentes e, portanto, potenciais distintos de disseminação do serviço. Sendo assim, seria interessante algum tipo de medida que filtrasse essas diferenças. Construir esta medida é justamente o objetivo deste artigo.

Nesse sentido, uma possível solução seria, em vez de diretamente comparar os países entre si, compará-los com o que se esperaria que eles alcançassem em termos de adoção de banda larga. Nesse caso, seria possível verificar se um determinado país está acima ou abaixo do potencial de disseminação do serviço, dadas suas características. Esta é, por exemplo, a abordagem usada em Calderón & Servén (2004) para diversos tipos de serviços de infra-estrutura. O mesmo princípio foi usado em Ford, Koutsky & Spiwak (2007) no contexto específico da banda larga e, com algumas adaptações, é a estratégia adotada neste trabalho.

¹ Resolução n. 516 da Anatel, de 30 de outubro de 2008.

² Decreto n. 7.175, de 12 de maio de 2010.

³ Do ponto de vista teórico, a justificativa econômica para políticas públicas para incentivar a difusão da banda larga recai sobre as externalidades de rede. Quanto mais pessoas estão conectadas, maior o valor atribuído ao serviço [Shy (2001)]. Para referências sobre o impacto da disseminação da banda larga na economia ver Koutroumpis (2009).

A principal adaptação se refere ao modelo usado para prever a densidade esperada da banda larga em cada país. Tanto em Calderón & Servén (2004) quanto em Ford, Koutsky & Spiwak (2007) são usados modelos lineares. No entanto, esta especificação se mostra mais adequada para tecnologias maduras, o que certamente não é o caso da banda larga. Nesse sentido, modelos de não-lineares de difusão têm sido usados recorrentemente para explicar a disseminação de novas tecnologias de comunicação, em particular no que se refere à Internet [ver, por exemplo, Kiiski & Pohjola (2002) e Lee & Brown (2008)].⁴ O mesmo será feito neste artigo.

Sendo assim, além desta introdução este artigo conta com três seções. A seção 2 descreve a metodologia na comparação entre os países. A seção 3 reporta os resultados algumas implicações dos mesmos em termos de política pública, em particular para o Brasil. Seguem breves considerações finais.

2 UMA METODOLOGIA PARA COMPARAR A ADOÇÃO DA BANDA LARGA ENTRE DIFERENTES PAÍSES

Do ponto de vista da política pública a mera comparação da densidade da banda larga entre países, embora tenha alguma utilidade, não é a maneira mais adequada de se avaliar a disseminação do serviço. Sabe-se, por exemplo, que países mais ricos tendem a demandar mais o serviço. Logo, tudo mais constante, países mais desenvolvidos naturalmente terão densidade superior. Sendo assim, a constatação de que um determinado país possui densidade de banda larga inferior a outro não esclarece se tal diferença se deve a opções mais acertadas de política pública ou a fatores sócio-econômicos e demográficos que naturalmente impulsionam a disseminação do serviço. Desse modo, mostra-se necessário construir uma medida que permita comparar adequadamente os países.

4. Para mais referências ver Lee & Brown (2008). Também é comum o uso destes modelos para estudar a disseminação da telefonia móvel. A literatura a este respeito é bastante farta. Ver, por exemplo, Gruber & Verboven (2001a, b), Koski & Kretschmer (2005) e Rouvinen (2006).

2.1 A Medida Ajustada de Adoção

A medida ajustada parte do pressuposto de que a adoção do serviço de banda larga em determinado ano depende das características do país. Mais especificamente:

$$y_{it} = f(\theta, X_{it}) + v_{it}, \quad (1)$$

em que em que i indica país, t denota ano, y é a densidade do serviço de Internet banda larga, θ é vetor de parâmetros, X é vetor de características sócio-econômicas e demográficas dos países e v é um termo de erro aleatório.

Sendo assim, a medida ajustada de disseminação do serviço seria construída como a diferença entre o valor observado da disseminação e o valor previsto dadas as características do país:

$$Z_{it} = y_{it} - f(\hat{\theta}, X_{it}) \equiv \hat{v}_{it}, \quad (2)$$

em que z é a medida ajustada, $\hat{\theta}$ é o vetor estimado dos parâmetros e $f(\hat{\theta}, X_{it})$ o valor previsto da disseminação da banda larga, que será denominado norma internacional, tal como em Calderón & Servén (2004). Em outras palavras, a medida ajustada seria o erro de previsão do modelo (1). Quando $Z_{it} > 0$ ($Z_{it} < 0$) o país teria densidade de banda larga superior (inferior) ao esperado em vista de suas características sócio-econômicas e demográficas.

Ademais, em Ford, Koutsky & Spiwak (2007) sugere-se ajustar a medida construída em (2) de modo que ela varie entre -1 e 1. Para tanto se define o índice ajustado de disseminação (AZ):

$$AZ_{it} = \frac{\hat{v}_{it}}{\max_i(|\hat{v}_{it}|)}, \quad (3)$$

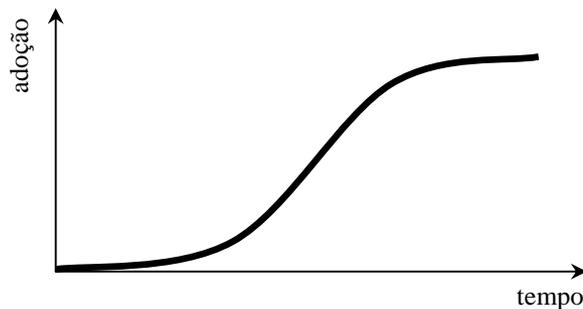
em que $||$ indica valor absoluto. Valores próximos de 1 (-1) indicam desempenho bom (fraco).

Usualmente supõe-se que o modelo descrito em (1) é linear [ver, por exemplo, Calderón & Servén (2004) e Ford, Koutsky & Spiwak (2007)]. Em outras palavras é

feita a hipótese de que $f(\theta, X_{it}) = \alpha + \beta X_{it}$ e estimam-se os parâmetros α e β pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (ou alguma de suas variantes). Entretanto, a literatura econômica aponta que a disseminação de novas tecnologias, como a Internet banda larga, costuma obedecer a trajetórias não-lineares. Em particular, a velocidade da difusão costuma ser baixa nos primeiros anos, aumentando nos anos subsequentes e tornando a diminuir conforme a tecnologia torna-se madura, podendo inclusive tornar-se negativa (ver Figura 1). Este parece ser o caso da Internet banda larga [ver Andrés *et alli* (2010) para referências]. Sendo assim, a especificação linear não se mostra adequada na medida em que negligencia esta particularidade da disseminação do serviço.

FIGURA 1

Curva Típica de Adoção de Novas Tecnologias



2.2 O Modelo de Difusão Logística

Vários modelos de difusão têm sido usados para descrever o processo de adoção a serviços de comunicação. Dentre eles, um dos mais utilizados é o modelo logístico [Gruber (2001), Gruber & Verboven (2001a, b), Koski & Kretschmer (2005), Lee & Brown (2008)]. Nesse caso, a difusão do serviço é modelada como:

$$y_{it} = \frac{y_{it}^*}{1 + e^{-(a_{it} + b_{it}t)}} + v_{it}, \quad (4)$$

em que $y^* \leq y$ representa a densidade potencial, a e b são parâmetros.

Três elementos determinam o formato de (4). Em primeiro lugar, a densidade potencial do serviço (y_{it}^*). Em segundo, o parâmetro de localização (a_{it}), que desloca a

curva de adoção sem alterar seu formato. Quanto maior a_{it} mais avançada determinada unidade geográfica está na adoção do serviço de Internet banda larga. Por último, o parâmetro b_{it} , que mede a velocidade de difusão do serviço. Para verificar tal afirmação basta notar que:

$$\frac{dy_{it}}{dt} \frac{1}{y_{it}} = b_{it} \frac{y_{it}^* - y_{it}}{y_{it}^*}. \quad (5)$$

De (5) nota-se que b_{it} afeta a taxa de crescimento da densidade e que este crescimento diminui conforme a adoção do serviço se aproxima de seu valor potencial [Gruber & Verboven (2001b)].

Também é possível verificar que a segunda derivada de (4) é positiva se $\frac{y_{it}}{y_{it}^*} < \frac{1}{2}$ e negativa caso contrário. Logo a curva de difusão tem o formato de *S* (semelhante à curva da Figura 1), com a velocidade de difusão máxima atingida quando a metade é atingida a metade da disseminação potencial.

2.3 Especificação Econométrica do Modelo Logístico

Com relação à densidade potencial, faz-se a hipótese de que:

$$y_{it}^* = \gamma_0 + \gamma X_{it}, \quad (6)$$

em que γ_0 é parâmetro e γ vetor de parâmetros. Note-se que, diferentemente da literatura anterior [ver, por exemplo, Gruber (2001) e Gruber & Verboven (2001a)], não se supõe que todos os países convergirão para a mesma densidade.⁵ Tal hipótese faz sentido se os países são relativamente homogêneas, o que não é o caso.⁶

A variável de localização da curva de adoção foi definida como:

$$a_{it} = \alpha_0 + \alpha X_{it}, \quad (7)$$

5. Tal hipótese é adotada por estes autores para facilitar a estimação do modelo, que é não-linear. Ver Gruber & Verboven (2001b) para uma estratégia alternativa.

⁶ Ver Andrés *et alli* (2010) para evidências de que países com diferentes níveis de renda convergem para diferentes níveis de disseminação da Internet.

em que α_0 é parâmetro e α é vetor de parâmetros.

Por sua vez, a variável de crescimento foi especificada como:

$$b_{it} = \beta_0 + \beta X_{it}, \quad (8)$$

em que β_0 é parâmetro e β é vetor de parâmetros. Embora, as mesmas variáveis explicativas apareçam em (6), (7) e (8), não impede que o parâmetro de algumas delas sejam definidos como nulos *a priori*. O modelo é completado com a inclusão de um termo de erro estocástico.

3 DADOS E RESULTADOS

3.1 Descrição dos Dados

A Tabela 1 traz uma lista e uma breve descrição das variáveis utilizadas. Foram usadas basicamente duas fontes para a obtenção das informações necessárias para estimação dos modelos da seção 2. Os dados sobre a disseminação da banda larga e da telefonia fixa e os dados demográficos foram extraídos de ITU (2010). Os dados de PIB *per capita* são de IMF (2010).

A densidade do serviço de banda larga (BL) é, obviamente, a variável de interesse. A inclusão do PIB *per capita* (PIB) se deve ao seu efeito – espera-se positivo – na demanda pelo serviço. A população (POP) busca medir, embora de forma imperfeita, algum tipo de efeito de rede, quanto maior o número de pessoas conectadas, maior o valor que as pessoas atribuem ao serviço. As variáveis AREA e URB são medidas do custo de construção das redes: a princípio, quanto menor a área e mais urbanizado o país, mais barato é dotá-lo da infra-estrutura necessária para prestação do serviço. Por fim, como boa parte dos acessos a banda larga são feitos usando a rede de telefonia fixa, quanto maior a densidade de telefones fixos (FIXO), maior tende a ser o número de potenciais usuários de banda larga.

TABELA 1

Variáveis Utilizadas

Variável	Definição	Fonte
BL	Densidade de banda larga fixa (assinaturas por 100 habitantes)	ITU (2010)
PIB*	PIB per capita (US\$ de 2009, ajustado para paridade do poder de compra)	IMF (2010)
POP	População (milhões de habitantes)	ITU (2010)
AREA	Área do território (Km ²)	ITU (2010)
URB**	Porcentagem da população residente em áreas urbanas (%)	ITU (2010)
FIXO	Densidade de telefonia fixa (assinaturas por 100 habitantes)	ITU (2010)

* Valores originalmente em US\$ correntes. A transformação para preços constantes de 2009 foi feita aplicando-se para trás a taxa de crescimento do PIB *per capita* em valores constantes da moeda local entre o ano desejado e o ano-base (2009), tal com sugerido pelo próprio FMI.

** Dada a indisponibilidade de dados, para o ano de 2009 foi feita uma previsão baseada na taxa de crescimento da variável nos cinco anos anteriores.

Por sua vez, a Tabela 2 traz algumas estatísticas descritivas. Nota-se que embora ainda fosse baixa em 2009, a média da densidade de banda larga entre os países aumentou no período analisado, embora a dispersão também tenha aumentado significativamente. Além disso, observa-se um pequeno incremento na densidade média de telefonia fixa e uma pequena redução na dispersão, refletindo fato de que se trata de um serviço cuja disseminação está amadurecida. As demais variáveis sócio-econômicas e demográficas evoluíram como esperado.

TABELA 2

Algumas Estatísticas Descritivas

Variável	Unidade de Medida	2000	2009
		Média (Desvio-Padrão)	Média (Desvio-Padrão)
BL	Assinantes por 100 Habitantes	0,025 (0,33)	0,798 (4,14)
PIB	US\$ de 2009 (PPP)	554 (3738)	671 (4309)
POP	Milhões	1,85 (3,03)	2,08 (3,35)
AREA	Km ²	31.045 (485.797)	31.045 (485.797)
URB	%	2,66 (12,72)	2,80 (13,25)
FIXO	Assinantes por 100 Habitantes	0,892 (5,93)	0,911 (5,53)

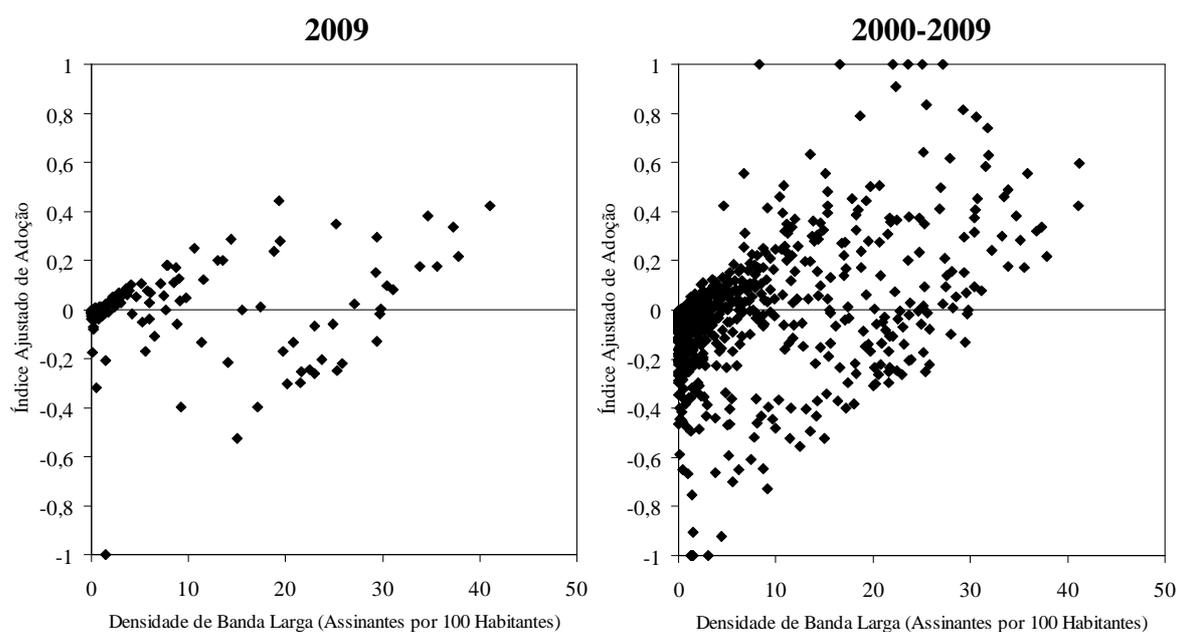
* Médias e desvios-padrão calculados entre todas as unidades geográficas (sem ponderação).

3.2 Resultados

Como o interesse maior recai sobre a construção do índice ajustado de infra-estrutura, as estimativas dos parâmetros do modelo não serão apresentadas. Da Figura 2, na qual cada ponto se refere a um país em determinado ano, é possível notar que, embora haja uma relação positiva entre a densidade e o índice ajustado de disseminação da banda larga, não é incomum que países com alta adoção do serviço estejam abaixo da norma internacional e vice-versa. Trata-se de resultado esperado: a racionalidade do índice ajustado é justamente controlar para as características dos países, de modo que alta densidade de banda larga pode ser resultado de fatores sócio-econômicos e demográficos alheios à política pública de massificação do serviço.

FIGURA 2

Densidade e Índice Ajustado de Disseminação da Banda Larga



A Tabela 3 apresenta um resumo dos resultados. Mais uma vez, percebe-se que alguns países cuja densidade é bastante alta – Austrália, Irlanda, Nova Zelândia e Chipre – têm desempenho fraco quando confrontados com a norma internacional. O Brasil, embora tenha densidade inferior a destes países, possui desempenho mais compatível com suas características sócio-econômicas e demográficas.

TABELA 3

Índice Ajustado de Disseminação da Banda Larga (2009)

	Densidade	Índice	Posição
Lituânia	19,3	0,443	1º
Suécia	41,1	0,423	2º
Suíça	34,6	0,382	3º
Estônia	25,3	0,348	4º
Noruega	37,3	0,337	5º
Finlândia	29,4	0,297	6º
Eslováquia	14,4	0,288	7º
República Checa	19,5	0,279	8º
Macedônia	10,6	0,248	9º
Hungria	18,8	0,239	10º
⋮	⋮	⋮	⋮
Brasil	7,5	0,054	36º
⋮	⋮	⋮	⋮
Austrália	25,4	-0,250	130º
Irlanda	21,6	-0,252	131º
Nova Zelândia	23,0	-0,262	132º
Espanha	21,5	-0,297	133º
Chipre	20,2	-0,302	134º
Irã	0,5	-0,319	135º
Qatar	9,2	-0,396	136º
Grécia	17,2	-0,397	137º
Emirados Árabes	15,0	-0,524	138º
Kuwait	1,5	-1,000	139º

Os símbolos *, ** e *** indicam significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente, Entre parênteses os desvios-padrão das estimativas, robustos à heterocedasticidade,

3.3 Comparação com Ford, Koutsky & Spiwak (2007)

Outra comparação interessante pode ser feita com os resultados de Ford, Koutsky & Spiwak (2007), que calcula estatística semelhante no âmbito dos países da OCDE para o ano de 2006. Nesse caso, a amostra usada na comparação é composta de 28 países, uma vez que Islândia e Luxemburgo não foram incluídos na amostra neste trabalho. Nota-se da Tabela 4 que os resultados apresentam alguma similaridade: o coeficiente de correlação de *Pearson* foi calculado em 0,561 e o coeficiente de correlação de posto de *Spearman* foi calculado em 0,400. Em ambos os estudos os Estados Unidos aparecem como um país bastante próximo da norma internacional e apontam a Grécia com um desempenho bastante modesto.

No entanto há também diferenças marcantes. Por exemplo: a Coreia, que em

Ford, Koutsky & Spiwak (2007) aparece com índice muito próximo do que se esperaria do país (0,003), é classificada como um país de ótimo desempenho (0,817). A diferença para os países do Leste Europeu também é marcante: Hungria, República Checa, Polônia e Eslováquia aparecem bem posicionadas, mas em Ford, Koutsky & Spiwak (2007) apresentam fraco desempenho.

TABELA 4

Países da OCDE em 2006 – Comparação com Ford, Koutsky & Spiwak (2007)

	Índice Ajustado de Disseminação		Ford, Koutsky & Spiwak (2007)	
	Índice	Posição	Índice	Posição
Finlândia	1,000	1º	0,279	1º
Coréia do Sul	0,817	2º	0,003	5º
Holanda	0,743	3º	0,040	2º
Dinamarca	0,630	4º	-0,090	8º
Suíça	0,496	5º	0,128	10º
Noruega	0,411	6º	-0,020	11º
Hungria	0,372	7º	-0,010	17º
Portugal	0,361	8º	0,174	22º
Japão	0,274	9º	-0,024	14º
República Checa	0,258	10º	-0,511	21º
Canadá	0,235	11º	0,018	27º
Polônia	0,226	12º	-0,115	23º
Eslováquia	0,186	13º	-0,523	9º
Turquia	0,020	14º	0,093	16º
Estados Unidos	0,006	15º	-0,006	24º
México	-0,007	16º	-0,063	3º
Áustria	-0,031	17º	0,089	6º
Bélgica	-0,038	18º	0,212	19º
França	-0,051	19º	0,056	4º
Suécia	-0,084	20º	-0,016	12º
Reino Unido	-0,106	21º	0,068	26º
Austrália	-0,148	22º	0,000	15º
Itália	-0,154	23º	-0,032	13º
Espanha	-0,189	24º	-0,046	25º
Alemanha	-0,218	25º	-0,067	7º
Irlanda	-0,368	26º	-0,618	20º
Nova Zelândia	-0,398	27º	-0,431	18º
Grécia	-0,923	28º	-1,000	28º
Coeficiente de Correlação de Pearson		0,561		
Coeficiente de Correlação de Spearman		0,400		

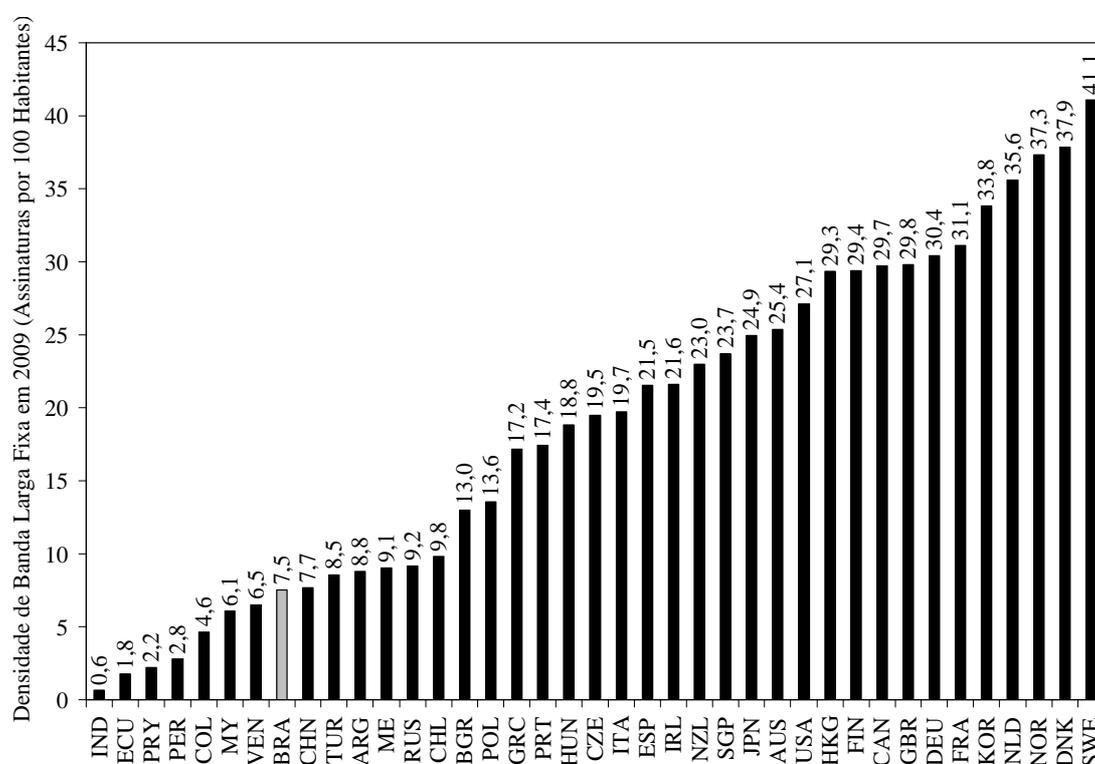
Os símbolos *, ** e *** indicam significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente. Entre parênteses os desvios-padrão das estimativas, robustos à heterocedasticidade.

3.4 Detalhes do Caso Brasileiro

Nesta seção será dada uma maior atenção aos resultados encontrados para o Brasil. Em primeiro lugar, da seção anterior ficou claro que, embora o Brasil aparentemente estivesse mal posicionado em termos internacionais no que diz respeito à densidade de banda larga (a Figura 3 reforça esta constatação), em 2009 a adoção do serviço era compatível com as características sócio-econômicas e demográficas do país.

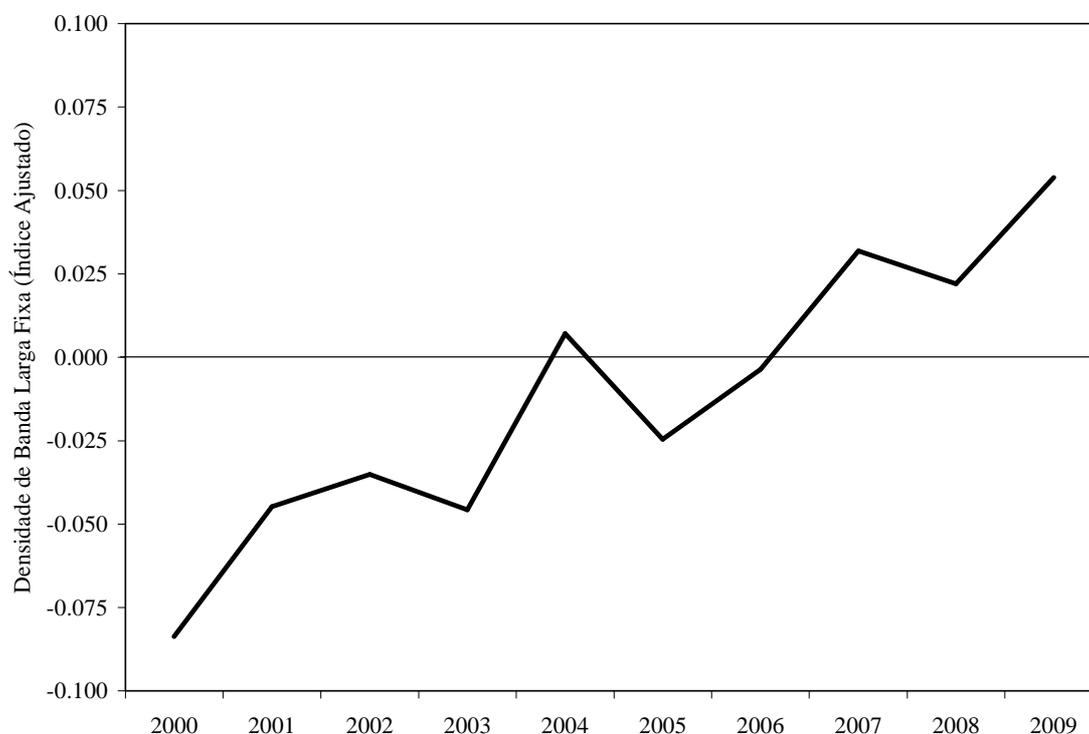
FIGURA 3

Adoção da Banda Larga em 2009 – Países Selecionados



Além disso, nota-se que o Brasil vem melhorando ao longo dos anos (ver Figura 4). Obviamente, tais constatações não significam que os formuladores de políticas públicas devam estar satisfeitos com o desempenho brasileiro. Não há nada de errado, a princípio, em ter como objetivo uma disseminação da banda larga superior a que seria esperada para o Brasil. Ademais, este artigo não contempla a questão da velocidade de conexão, tema que certamente merece atenção.

FIGURA 4

Brasil: Evolução do Índice Ajustado de Disseminação da Banda Larga**4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo buscou construir um índice para comparar a disseminação da banda larga entre os países, controlando para suas diferenças em termos de características sócio-econômicas e demográficas. Percebe-se que com tal expediente, alguns países apontados como sucesso (fracasso) em termos de adoção do serviço têm, na verdade, desempenho fraco (satisfatório). O caso do Brasil é um exemplo: embora comparações internacionais indiquem que sua densidade é pequena, a disseminação da banda larga aparentemente é compatível com o que seria esperada dada a renda per capita, urbanização, população, área e densidade de telefonia fixa brasileiras.

REFERÊNCIAS

ANDRÉS, L., CUBERES, D., DIOUF, M., SEREBRISKY, T., (2010). The diffusion of the Internet: A cross-country analysis. **Telecommunications Policy**, v. 34, p. 323-340.

- CALDERÓN, C., SERVÉN, L., (2004). Trends in Infrastructure in Latin America, 1980-2001. **World Bank Policy Research Working Paper**, n. 3401.
- FORD, G. S., KOUTSKY, T. M., SPIWAK, L. J. (2007). The Broadband Performance Index: A Policy-Relevant Method of Comparing Broadband Adoption Among Countries. **Phoenix Center Policy Paper**, n. 29.
- GRUBER, H., VERBOVEN, F. (2001*a*). The diffusion of mobile telecommunications services in the European Union. **European Economic Review**, v. 45, p. 577-588.
- GRUBER, H., VERBOVEN, F. (2001*b*). The evolution of markets under entry and standards regulation – the case of global mobile telecommunications. **International Journal of Industrial Organization**. v. 19, p. 1189-1212.
- GRUBER, H. (2001). Competition and innovation. The diffusion of mobile telecommunications in Central and Eastern Europe. **Information Economics and Policy**, v. 13, p. 19-34.
- IPEA (2010). Análise e recomendações para as políticas públicas de massificação de acesso à Internet banda larga. **Comunicado do IPEA**, n. 46.
- ITU (2010). **World Telecommunication/ICT Indicators**. ITU, 14th edition.
- IMF (2010). **World Economic Outlook Database**. Disponível em <www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2010/01/weodata/index.spx>.
- KOSKI, H., KRETSCHMER, T. (2005). Entry, Standards and Competition: Firm Strategies and the Diffusion of Mobile Telephony. **Review of Industrial Organization**. v. 26, p. 89-113.
- LEE, S., BROWN, J. S. (2008). The Diffusion of Fixed Broadband: An Empirical Analysis. **NET Institute* Working Paper**, n. 08-19.
- KOUTROUMPIS, P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. **Telecommunications Policy**, v. 33, p. 471-485.
- ROUVINEN, P. (2006). Diffusion of digital mobile telephony: Are developing countries different? **Telecommunications Policy**, v. 30, p. 46-63.
- SHY, O., (2001). **The Economics of Network Industries**. Cambridge: Cambridge Press.