

Macedo, Hildebrando Rodrigues; de Carvalho, Alexandre Xavier Ywata

## Working Paper

Aumento da penetração do serviço de acesso à Internet em banda larga e seu possível impacto econômico: Análise através de sistema de equações simultâneas de oferta e demanda

Texto para Discussão, No. 1495

## Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

*Suggested Citation:* Macedo, Hildebrando Rodrigues; de Carvalho, Alexandre Xavier Ywata (2010) : Aumento da penetração do serviço de acesso à Internet em banda larga e seu possível impacto econômico: Análise através de sistema de equações simultâneas de oferta e demanda, Texto para Discussão, No. 1495, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/91471>

### Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

### Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

## **TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1495**

### **AUMENTO DA PENETRAÇÃO DO SERVIÇO DE ACESSO À INTERNET EM BANDA LARGA E SEU POSSÍVEL IMPACTO ECONÔMICO: ANÁLISE ATRAVÉS DE SISTEMA DE EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS DE OFERTA E DEMANDA**

**Hildebrando Rodrigues Macedo  
Alexandre Xavier Ywata de Carvalho**



# **TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1495**

## **AUMENTO DA PENETRAÇÃO DO SERVIÇO DE ACESSO À INTERNET EM BANDA LARGA E SEU POSSÍVEL IMPACTO ECONÔMICO: ANÁLISE ATRAVÉS DE SISTEMA DE EQUAÇÕES SIMULTÂNEAS DE OFERTA E DEMANDA**

**Hildebrando Rodrigues Macedo\***  
**Alexandre Xavier Ywata de Carvalho\*\***

Rio de Janeiro, maio de 2010

---

\* Especialista em Regulação de Serviços Públicos de Telecomunicações na Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). Mestrando em Gestão de Negócios pela Universidade de Brasília (UnB).

\*\* Técnico de Planejamento e Pesquisa e coordenador de Métodos Quantitativos da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais – Dirur/Ipea.

## **Governo Federal**

**Secretaria de Assuntos Estratégicos da  
Presidência da República**  
**Ministro** Samuel Pinheiro Guimarães Neto

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

**Presidente**  
Marcio Pochmann

**Diretor de Desenvolvimento Institucional**  
Fernando Ferreira

**Diretor de Estudos e Relações Econômicas  
e Políticas Internacionais**  
Mário Lisboa Theodoro

**Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das  
Instituições e da Democracia**  
José Celso Pereira Cardoso Júnior

**Diretor de Estudos e Políticas  
Macroeconômicas**  
João Sicsú

**Diretora de Estudos e Políticas Regionais,  
Urbanas e Ambientais**  
Liana Maria da Frota Carleial

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais, de  
Inovação, Regulação e Infraestrutura**  
Márcio Wohlers de Almeida

**Diretor de Estudos e Políticas Sociais**  
Jorge Abrahão de Castro

**Chefe de Gabinete**  
Persio Marco Antonio Davison

**Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação**  
Daniel Castro

URL: <http://www.ipea.gov.br>  
Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

ISSN 1415-4765

JEL: C21, O33

## **TEXTO PARA DISCUSSÃO**

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

# SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO 7

2 DADOS UTILIZADOS 9

3 REFERÊNCIAS 11

4 MODELOS UTILIZADOS NA ANÁLISE 12

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS 22

6 CONCLUSÕES 32

REFERÊNCIAS 33

APÊNDICE A 37

APÊNDICE B 39

APÊNDICE C 46

APÊNDICE D 49



## **SINOPSE**

Utilizando sistemas de equações simultâneas de oferta e demanda, com variáveis endógenas, analisou-se o possível impacto econômico sobre o PIB e o PIB *per capita* advindo do aumento da difusão do acesso à internet em banda larga no Brasil. Empregaram-se dados, desagregados por Unidades da Federação (UFs), da penetração de banda larga, PIB, PIB *per capita* e escolaridade populacional, e dados, consolidados nacionalmente, dos investimentos em banda larga. As densidades de acessos de banda larga por UF entre 2000 e 2006 precisaram ser estimadas a partir dos dados agregados nacionalmente por estes só estarem disponíveis, de forma desagregada, de 2007 em diante. Os preços também tiveram de ser estimados por falta de dados confiáveis disponíveis.

## **ABSTRACT<sup>i</sup>**

Using demand and supply simultaneous equations, including endogenous variables, it was analyzed the possible economic impact on the GDP and GDP per capita, resulted of the increase in the broadband internet access diffusion in Brazil. Broadband penetration, GDP, GDP per capita and population education data were disaggregated at State level. Data about investment on broadband networks were nationally consolidated. Estimations, of the broadband accesses density per State, between 2000 and 2006, from the national densities, were required because lack of data detailed at State level. Only from 2007 on this data was available at the State (and municipality) level. The prices had also to be estimated due the lack of reliable data.

---

i. The versions in English of the abstracts of this series have not been edited by Ipea's editorial department.

As versões em língua inglesa das sinopses (abstracts) desta coleção não são objeto de revisão pelo Editorial do Ipea.



# 1 INTRODUÇÃO

A importância de ampliar a difusão do acesso à internet através de conexões em banda larga, que oferecem maior velocidade de transmissão de dados e melhor qualidade do acesso à internet, tem se tornado recentemente um tema que chama bastante a atenção de parte da sociedade, seja do poder público ou das demais entidades. Alguns estudos como o do Banco Mundial, de Qiang, Rossotto e Kimura (2009), ressaltam a importância desse recurso tecnológico para o desenvolvimento das nações, destacando que a transformação na sociedade trazida pelo acesso à internet em banda larga é tão significativa quanto o impacto positivo trazido pela introdução das redes de energia elétrica, telefonia, ferrovias, rodovias e outras que compõem a infraestrutura de um país. Estas permitiram transformar as atividades econômicas e também criar novas, tornando-se instrumentos importantes para o desenvolvimento.

Esta expectativa quanto aos benefícios decorrentes da maior difusão do acesso à internet em alta velocidade tem levado o poder público em diversos países a tomar para si a responsabilidade de universalizar o acesso a este importante meio de desenvolvimento humano e econômico. Por exemplo, recentemente o governo dos Estados Unidos lançou, em 2009, um plano para levar o acesso de banda larga a todos os seus cidadãos, como divulgado pelo FCC (2009b). No Brasil, o governo federal lançou seu Plano Nacional de Banda Larga (MC, 2009), com o objetivo similar de permitir uma universalização maior deste serviço. Na Espanha, o governo, reconhecendo a importância do tal acesso para o desenvolvimento do país, anunciou, como divulgado pelo MYCT (2009), a intenção de que o acesso em banda larga com velocidade mínima de 1 Mbps<sup>1</sup> seja de disponibilidade universal (acessível a todos os habitantes do país, independentemente de sua localização geográfica e a preços razoáveis).

Em particular no caso brasileiro, outro aspecto relevante trazido pela maior difusão do acesso à banda larga a toda a população seria o de fortalecer a democracia, uma vez que permitiria ao cidadão comum acessar uma diversidade enorme de fontes de informação e conhecimento. Vários estudos, no exterior, se detiveram sobre a questão de como se quantificar ou, ao menos, se ter uma noção de como a maior penetração do serviço de banda larga resulta em benefício econômico. Como instrumento de análise, são aplicados modelos de econometria sobre dados referentes ao número de usuários de banda larga e outros dados como nível de escolaridade da população, Produto Interno Bruto (PIB), PIB *per capita* etc.

O estudo recente do Banco Mundial, feito por Qiang, Rossotto e Kimura (2009, p. 49), com dados em painel de cerca de 120 países, revelou que, nos países em desenvolvimento, para cada 1 ponto percentual (p.p.) de aumento da penetração do serviço de banda larga, haveria aumento de 0,138 p.p. na taxa de crescimento do PIB *per capita*. O modelo utilizado por Crandall, Lehr e Litan (2007, p. 2), para avaliar a relação entre o nível de emprego e a difusão dos acessos à banda larga, utilizando dados oficiais do Federal Communications Commission (FCC) norte-americano

---

1. Megabit por segundo.

sobre o número de conexões de banda larga entre 2003 e 2005, apresentou o resultado que a cada 1 p.p. de aumento na penetração de banda larga, haveria um aumento de 0,2 p.p. a 0,3 p.p. na taxa de crescimento do nível de emprego.

Essa expectativa de ter o acesso a redes de alta velocidade como fator habilitador e facilitador do desenvolvimento de novas atividades econômicas tem levado o poder público, em nível local, em alguns países, a construir estas redes e disponibilizá-las ao público em geral. Nos Estados Unidos, no condado de Lake County, no Estado da Flórida, o governo local implementou uma extensa rede de comunicações com uso de fibras ópticas, tornando-a disponível a todos os interessados em seu uso, em 2001. Para avaliar o impacto econômico na economia local trazido por essa iniciativa, Koutsky e Ford (2005) compararam os indicadores de atividade econômica desta localidade com a de outras localidades com o mesmo perfil, no mesmo estado, mas que não dispunham de redes similares. Tomando dados econômicos entre 1998 e 2004, excluindo-se o ano de 2001 por ser o ano de transição, os autores encontraram que, após 2001, Lake County teve uma expressiva melhora de seus indicadores de atividade econômica quando comparado às demais localidades. Os autores mencionam que, em alguns casos, houve aumento de 100%.

Esse tipo de iniciativa do poder público local tem ocorrido em menor medida no Brasil, onde tem sido frequente a implantação pelas prefeituras de redes de comunicação comunitárias, usando principalmente a tecnologia de acesso sem fio, mais difundida com o nome de *WiFi*. Este aumento da procura levou a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) a buscar uma solução, do ponto de vista regulatório, que contemplasse essas demandas, como divulgado pela Anatel (2007). O objetivo do presente estudo foi o de tentar avaliar, para o caso do Brasil, qual o impacto econômico trazido pelo aumento do acesso à internet em banda larga no país. A literatura apresenta um grande número de estudos semelhantes para diversos países, mas nenhum para o Brasil.

Dadas as características peculiares de nosso país, como grande extensão territorial; obstáculos físicos de natureza geográfica, que dificultam sobremaneira a implantação de redes de telecomunicações, em particular a região Norte; diferenças regionais; alta disparidade do nível de renda, entre outros; se faz necessário um estudo particularizado para o caso brasileiro. Com essa finalidade, foi replicado aqui o modelo de equações simultâneas de oferta e demanda pelo serviço de banda larga, de Koutroumpis (2009), que estudou qual seu impacto econômico em 22 países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Os dados utilizados, referentes ao número de acessos à banda larga, são provenientes da Anatel. Entretanto, como para a maior parte dos anos não havia dados desagregados ao nível de Unidade da Federação (UF), houve um esforço para estimá-los a partir dos dados consolidados em nível nacional. Isso trouxe um fator de imprecisão adicional. Da mesma fonte vieram os dados de investimento e de receita operacional bruta das prestadoras do serviço de banda larga – cuja denominação sob o ponto de vista regulatório é Serviço de Comunicação Multimídia (SCM). Outros dados referentes à economia, PIB, PIB *per capita* e escolaridade da população são do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), incluindo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD).

Um fator de extrema importância para estudos dessa natureza é o preço cobrado dos usuários finais para poder usufruir do serviço de acesso à internet em banda larga. Esse é um produto cuja demanda é bastante sensível à variação de preços, como comprovado pelos estudos de Wohlers, Abdala e Kubota (2009), Ávila (2008) e Guedes *et al.* (2008). Porém, dada a dificuldade de se obter dados confiáveis que permitissem compor uma série histórica dos preços praticados no mercado, mas reconhecendo a importância desta variável, foi feito um esforço de se tentar estimar esses valores a partir de dados de pesquisas do Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (CETIC) de 2005 a 2008, entidade vinculada ao Comitê Gestor da Internet.

Como houve a necessidade de se proceder às estimativas dos dados faltantes, os modelos aplicados no estudo têm limitações que devem ser levadas em conta ao se analisar os resultados obtidos. O objetivo deste trabalho também é trazer o tema do impacto econômico da difusão de banda larga para uma discussão mais ampla, bem como ser útil em futuros estudos que complementem este e venham a solucionar suas limitações.

## **2 DADOS UTILIZADOS**

Os dados referem-se ao período entre 2000 e 2008. Com exceção dos dados referentes aos investimentos em banda larga, à receita operacional bruta das operadoras de telecomunicações e aos preços praticados no mercado, que estão agregados para o país inteiro, os demais estão desagregados por UF. Houve a necessidade de se fazer a estimativa da distribuição por UF dos dados referentes à densidade de acessos por mil habitantes para o período entre 2000 e 2006. Isto porque entre 2000 e 2006 os dados oficiais disponibilizados pela Anatel estão consolidados para o país inteiro. Somente a partir de 2007, os dados que se referem ao número de acessos à banda larga estão desagregados em nível de município, permitindo fazer a consolidação por UF dessas informações.

A metodologia adotada para se fazer a estimativa por UF se baseia na participação de cada estado no total de domicílios do país que possui acesso à internet. Tomando-se os dados de 2007 e 2008 do número de acessos, verificou-se uma distribuição similar entre os estados no que se refere à sua participação no total de acessos de banda larga quando comparados com a participação por UF no total de domicílios com acesso à internet. A metodologia empregada está detalhada no apêndice B.

Foram considerados como acessos de banda larga os dados referentes aos acessos do SCM e outros equivalentes, de acordo com as informações disponibilizadas pela Anatel. Os acessos de banda larga, SCM, são classificados pela Anatel conforme suas faixas de velocidade de transmissão de dados que podem ser: de 0 kbps a 64 kbps, 64 kbps a 512 kbps, 512 kbps a 2 Mbps, 2 Mbps a 34 Mbps e acima de 34 Mbps. Os acessos de todas essas faixas de velocidade foram incluídos na análise. A prestação do serviço de banda larga está regulamentada no Brasil de acordo com as normas da Anatel. Assim as empresas interessadas em prestar o serviço têm de obter a autorização junto à agência, ficando assim sujeitas a algumas obrigações perante o órgão regulador, que inclui a prestação obrigatória de informações quanto ao número de assinantes, investimentos feitos e receita operacional. Os dados são coletados pela

agência no Sistema de Coleta de Informações (Sici). Os dados provenientes desse sistema é que foram utilizados no estudo.

Foram incluídos os dados dos acessos de velocidades mais baixas, de 0 kbps a 64 kbps, para permitir uma melhor comparabilidade para estudos futuros que venham a utilizar esses dados da Anatel. Apesar das baixas velocidades desses acessos, até mesmo comparáveis aos disponíveis por meio de linha telefônica discada, o fato de permitirem o seu uso continuamente por tempo indeterminado, sem a cobrança de pulsos telefônicos, como no caso de acesso discado, traz uma característica que é mais próxima de banda larga do que de acesso telefônico discado. Este tipo de conexão, embora com velocidade reduzida, permite ao usuário permanecer conectado à internet por longos períodos de tempo sem que haja cobrança de valores tão elevados que ocorreria no caso de acesso por linha discada. Esta característica confere um aspecto de melhor “qualidade” do acesso à internet que se fosse feita por linha discada. Este aspecto que caracteriza as conexões de banda larga como estando permanentemente conectadas (*always on*) é enfatizado por Benkler (2009, p. 16). Por isso, mesmo com velocidades reduzidas, os acessos entre 0 kbps a 64 kbps foram contabilizados como sendo de banda larga para a finalidade do estudo. Também se deve considerar que a densidade de acessos de banda larga no Brasil é bastante reduzida, sendo de 5,91 acessos por 100 habitantes, ao final de 2008, estando em situação intermediária entre os países da América Latina, conforme o estudo de Katz (2009).

A União Internacional de Telecomunicações (UIT) define a velocidade mínima de 256 kbps para classificar um acesso como banda larga, como no indicador de código 4213, em ITU (2007, p. 3). Porém optou-se por utilizar diretamente os dados da Anatel, do SCM e outros equivalentes para permitir uma melhor comparabilidade em futuros estudos, já que estes dados são de domínio público. Também há a limitação de a Anatel contabilizar de forma consolidada os dados de acessos de banda larga da faixa de velocidades entre 64 kbps e 512 kbps em um único indicador. Assim dificulta a separação de quantos acessos dessa faixa estão acima do mínimo de 256 kbps conforme definição da UIT. O mesmo critério de velocidade mínima de 256 kbps também é utilizado pela OCDE.

Existem outras definições de velocidade mínima para se considerar como banda larga. Como mencionado em Thompsom e Garbacz (2008), o FCC americano, órgão “regulador” das telecomunicações naquele país, utiliza o mínimo de 200 kbps. O FCC (2009) estabelece que as prestadoras do serviço de acesso à internet em banda larga prestem informações anualmente, preenchendo um formulário onde deve ser informado o número de usuários cujos acessos têm velocidade de pelo menos 200 kbps.

Uma variável de fundamental importância para este tipo de análise é o preço cobrado pelas empresas prestadoras do serviço de banda larga, como mencionado na introdução. Pela falta de disponibilidade, para este estudo, de dados confiáveis dos preços de banda larga no Brasil que permitissem formar uma série histórica de 2000 a 2008, houve a necessidade de se estimar os preços de forma indireta. Isso foi feito a partir dos dados das pesquisas do CETIC (2005 a 2008), que entrevistou usuários, perguntando qual o preço máximo que estariam dispostos a pagar para ter o serviço em suas residências. Há várias limitações para o método utilizado, mas foi necessário

seu emprego para poder continuar o estudo. A metodologia utilizada e suas limitações estão descritas no apêndice D.

### 3 REFERÊNCIAS

Para levar em conta esse efeito mútuo, alguns autores empregam modelos de equações modelando simultaneamente a oferta e a demanda, como em Röller e Waverman (2001) que analisaram o impacto econômico em 21 países da OCDE do aumento do serviço de telefonia fixa. O trabalho de Koutroumpis (2009), que se tenta reproduzir aqui com dados do Brasil, é o mesmo estudo de Röller e Waverman (2001), porém utilizando dados da difusão de serviço de banda larga e não de telefonia fixa, para 22 países da OCDE entre 2002 e 2007.

Há diversas maneiras de a adoção de banda larga afetar o desenvolvimento econômico. Por exemplo, no estudo de Holt e Jamison (2008) é mencionada a capacidade de se aumentar o grau de competitividade da economia, o que permite aumentar a produtividade das empresas e as possibilidades de inovação e incorporação de novos conhecimentos e processos às suas atividades. Também menciona que há um certo atraso entre haver difusão ampla de banda larga e os seus efeitos serem sentidos na economia. Este é um aspecto a ser levado em conta quando forem feitas análises de econometria, tentando relacionar desenvolvimento econômico com difusão de banda larga. Isto também é mencionado por Thompsom e Garbacz (2008), que em um de seus modelos de mensuração de impacto econômico direto da banda larga utilizam dados de penetração deste serviço atrasados em um ano em relação às demais variáveis do modelo.

Outros estudos, como o feito pelo Banco Mundial, por Qiang, Rossotto e Kimura (2009, p. 45), tiveram o mesmo objetivo e encontraram uma relação que indica que o aumento da difusão do número de acessos de banda larga tem impacto positivo sobre o PIB *per capita*. Segundo o estudo destes, para cada 1 ponto percentual (p.p.) de aumento da densidade de acessos de banda larga por 100 habitantes, haveria aumento de 1,38 p.p. sobre a taxa de crescimento do PIB *per capita*. O método empregado foi o de análise de dados em painel. Crandall, Lehr e Litan (2007, p. 2) estudaram o efeito sobre a diminuição da taxa de desemprego. Os resultados encontrados por estes indicaram um aumento entre 0,2 p.p. e 0,3 p.p. no nível de emprego, para cada 1 p.p. de aumento na densidade de acessos de banda larga, nos Estados Unidos.

O trabalho de Datta e Agarwal (2004), analisando dados em painel, entre 1980 e 1992, de 22 países da OCDE, encontrou uma ligação significativa entre investimento na infraestrutura de telecomunicações e desenvolvimento econômico. No estudo de Koutsky e Ford (2005), foi analisado se a implantação de uma rede de telecomunicações por fibras ópticas pelo poder público local (municipal, no caso) para localidades no Estado da Flórida, nos Estados Unidos, teria impacto econômico positivo. Os resultados, segundo os autores, foram de aumento de cerca de 100% na atividade econômica das localidades pesquisadas, quando comparadas com localidades equivalentes, mas que não foram objeto de investimento similar.

Nem sempre os estudos sobre o tema encontram relação positiva entre investimentos em telecomunicações e desenvolvimento econômico. No trabalho de Lee, Gholami e Tong (2005), os autores concluem que o investimento em telecomunicações traz impacto positivo em países desenvolvidos, mas não para países em desenvolvimento. A análise feita por Thompson e Garbacz (2008), referente a dados da penetração de banda larga nos Estados Unidos, com atraso de um ano em relação às demais variáveis explicativas, apresentou um impacto negativo (porém próximo de zero) sobre a economia. Em Bohman (2008), o estudo com dados do Brasil trata da penetração do serviço de telefonia fixa. A autora não encontrou resultados que indiquem que o aumento da difusão dos serviços de telecomunicações tenha efeito positivo no que concerne à redução das desigualdades de renda.

#### **4 MODELOS UTILIZADOS NA ANÁLISE**

Na tentativa de estudar o impacto econômico da difusão da tecnologia de acesso à internet via banda larga, nos deparamos com o fato de que um fator influencia o outro e vice-versa. Por um lado, o aumento da difusão da banda larga traz consigo melhoria dos indicadores econômicos do país; por outro, à medida que o país se desenvolve acaba demandando mais serviços de telecomunicações. Por esse motivo, para tentar capturar este efeito simultâneo em que oferta e demanda influenciam-se ao mesmo tempo, é que foi feita a análise do possível impacto econômico que o aumento da difusão do serviço de acesso à internet em banda larga poderia ter por meio de um sistema de equações simultâneas, com variáveis endógenas expressando tanto o comportamento da demanda como o da oferta do serviço.

O objetivo principal deste trabalho é o de tentar reproduzir, aplicando dados oficiais do Brasil referentes à densidade de acessos de banda larga, o estudo feito por Koutroumpis (2009) para 22 países da OCDE que avaliou o impacto econômico do aumento da difusão do acesso à internet em banda larga. Os poucos estudos feitos até o momento são baseados principalmente em dados não oficiais, obtidos com pesquisas junto às principais operadoras de telecomunicações, fornecidos por determinadas consultorias ou mesmo obtidos junto a revistas especializadas de notícias do setor de telecomunicações. Então, daí decorre a necessidade de se empenhar na incorporação de dados oficiais em estudos dessa natureza.

No sistema de equações, utilizado para a análise como variáveis dependentes (lado esquerdo das equações), estão PIB, PIB *per capita*, penetração do serviço de banda larga (densidade de acessos por mil habitantes), investimentos na ampliação da rede de banda larga e variação anual da densidade de acessos de banda larga por mil habitantes. Do lado direito das equações, como variáveis explicativas, estão o investimento em banda larga, a população com pelo menos 15 anos de idade e 8 anos de escolaridade completos (capital humano), densidade de acessos de banda larga por mil habitantes, PIB *per capita*, porcentagem da população que tem pelo menos 15 anos de idade e 8 anos de escolaridade completos, a parcela da população que habita cidades com pelo menos 50 mil habitantes, a receita operacional bruta de todas as prestadoras que oferecem serviço de banda larga, os investimentos totais em banda larga e os preços cobrados pelas prestadoras do serviço. Assim as variáveis endógenas

que aparecem dos dois lados do sistema de equações são: PIB *per capita*, densidade de acessos de banda larga por mil habitantes e investimentos em banda larga.

#### 4.1 VARIÁVEIS UTILIZADAS NOS MODELOS

Foram utilizadas as seguintes variáveis:

1) *DENS\_B\_LARG<sub>t</sub>*: densidade em número de acessos de banda larga por mil habitantes, em cada estado entre os anos 2000 e 2008. Para 2007 e 2008 foram usados dados disponíveis em Anatel/Sici. Entre 2000 e 2006 foram usados dados estimados do número de acessos nos estados, como detalhado no apêndice B, pois só havia dados disponíveis consolidados para o país inteiro. Foram utilizados acessos por mil habitantes em vez de acessos por 100 habitantes, conforme encontrado na literatura, apenas pela facilidade de análise. Como a penetração no Brasil é muito baixa, 5,91 acessos por 100 habitantes em 2008, abaixo de países mencionados por Katz (2009), como a Argentina (7,9 acessos por 100 habitantes), Chile (8,1 acessos por 100 habitantes), México (7,1 acessos por 100 habitantes), Estados Unidos (26,7 acessos por 100 habitantes) e Coreia do Sul (32 acessos por 100 habitantes), os números de densidade de acessos ficariam muito pequenos, dificultando um pouco a visualização dos dados.

2) *INVEST\_SCM<sub>t</sub>*: investimentos anuais das prestadoras do SCM (empresas que prestam o serviço de acesso à internet em banda larga) entre 2002 e 2008. Fonte: Anatel.

3) *PIB<sub>t</sub>*: PIB no ano  $t$ , entre 2000 e 2008. Até 2007 foram usados os dados do IBGE. Para 2008 foi estimado o PIB de cada estado distribuindo-se o PIB nacional de acordo com a mesma participação de cada UF em 2007. Fonte: IBGE.

Obs.: o PIB por UF de 2008 teve de ser estimado. Foi tomado o PIB nacional de 2008 para distribuí-lo entre os estados, verificou-se que nos dois anos anteriores, 2006 e 2007, a participação de cada UF no PIB nacional se manteve praticamente inalterada. Assim tomou-se a participação de cada UF no PIB nacional em 2007 e aplicou-se sobre o PIB de 2008, permitindo-se ter uma ideia de como o PIB de 2008 se distribuiu por todos os estados.

4) *PIB\_PER\_CAPITA<sub>t</sub>*: PIB *per capita* anual de cada estado, entre 2000 e 2008. Fonte: IBGE.

Obs.: o PIB *per capita* por UF de 2008 teve de ser estimado também através das estimativas do PIB de cada estado, como mencionado anteriormente.

5) *POP\_ACIMA\_50K<sub>t</sub>*: parcela da população em cada UF vivendo em municípios com pelo menos 50 mil habitantes. Esta variável foi utilizada porque não se dispunha, como no modelo de Koutroumpis (2009), de dados a respeito da porcentagem da população em cada UF habitando áreas urbanas com densidade demográfica de pelo menos 500 habitantes por km<sup>2</sup>.

6) *POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST<sub>t</sub>*: população em cada UF com 15 anos de idade ou mais e com pelo menos oito anos de escolaridade completos. É o capital humano. Fonte: calculado a partir de dados da PNAD.

7) *PORCENT\_ESCOL<sub>i</sub>*: porcentagem da população em cada UF com 15 anos de idade ou mais e com pelo menos oito anos de escolaridade completos. Fonte: calculado a partir de dados da PNAD.

8) *ROB\_SCM<sub>i</sub>*: receita operacional bruta anual das prestadoras do SCM (empresas que prestam o serviço de acesso à internet em banda larga) entre 2000 e 2008. Fonte: Anatel.

9) *PRECO<sub>i</sub>*: é o preço médio cobrado para usuários residenciais para o serviço de acesso à internet em banda larga. Não é o valor real do preço pago pelos usuários, como o do modelo de Koutroumpis (2009). São valores *estimados*, conforme o método detalhado no apêndice D, a partir de dados de pesquisas do CETIC (2005 a 2009). Também os valores são expressos de forma *indireta* a partir dos dados da penetração do serviço (porcentagem dos domicílios com acesso de banda larga). É o preço independente da faixa de velocidade da conexão, pois os dados disponíveis pelo CETIC (2005 a 2009) não fazem essa distinção. Os preços são estimados a partir de dados de pesquisas onde os entrevistados informam qual seria o valor máximo que estariam dispostos a pagar para ter o serviço de acesso à internet em suas residências, seja através de banda larga ou não. No apêndice D também são feitos comentários a respeito das limitações do método empregado na estimativa dos preços.

## 4.2 DESCRIÇÃO DOS MODELOS

Foram utilizados seis modelos para avaliar o impacto econômico sobre o PIB e o PIB *per capita* do aumento da penetração do serviço de banda larga no Brasil. São três modelos para o PIB e outros três para o PIB *per capita*. Em cada modelo foram utilizadas as técnicas de regressão Método dos Momentos Generalizados – Generalized Method of Moments (GMM) – e Mínimos Quadrados com Três Estágios – Three Stage Least Squares (3SLS). Para ambos os modelos foram utilizadas variáveis instrumentais. São três tipos de modelos:

- 1) O primeiro não inclui a variável preço do serviço de banda larga.
- 2) O segundo corresponde aos mesmos modelos do primeiro tipo, só que com a inclusão da variável preço da banda larga, com valores estimados conforme detalhado no apêndice D.
- 3) O terceiro tipo é igual ao segundo tipo, mantendo a variável preço, mas excluindo duas variáveis utilizadas anteriormente:
  - a) a variável de porcentagem dos habitantes da UF com 15 anos de idade ou mais e ao menos oito anos de estudo completos; e
  - b) a variável de porcentagem da população por UF, habitando cidades com pelo menos 50 mil habitantes.

Estas duas variáveis foram retiradas do terceiro tipo de modelo porque a variável referente à concentração populacional não teve o comportamento esperado nos dois tipos de modelo anteriores, e a variável referente ao nível educacional da população passou a ter comportamento diferente do esperado, no segundo tipo de modelo, com a inclusão da variável preço. No primeiro modelo, esta teve o comportamento dentro da expectativa.

Para referência, os modelos são:

Modelo 1: PIB – sem a variável *PREÇO*.

Modelo 2: PIB *per capita* – sem a variável *PREÇO*.

Modelo 3: PIB – incluindo a variável *PREÇO*.

Modelo 4: PIB *per capita* – INCLUINDO A VARIÁVEL *PREÇO*.

Modelo 5: PIB – incluindo a variável *PREÇO*, mas sem as variáveis de escolaridade e densidade demográfica.

Modelo 6: PIB *per capita* – incluindo a variável *PREÇO*, mas sem as variáveis de escolaridade e densidade demográfica.

Assim as equações dos modelos ficaram:

Modelo 1 PIB – sem a variável <i>PREÇO</i>	
Produção agregada ( <i>PIB</i> )	$\ln(PIB) = \beta_{p0} + \beta_{p1} \cdot \ln(INVEST\_SCM) + \beta_{p2} \cdot \ln(POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST) + \beta_{p3} \cdot \ln(DENS\_B\_LARG) + \epsilon_p$ (1)
Demanda agregada (densidade de banda larga)	$\ln(DENS\_B\_LARG) = \beta_{d0} + \beta_{d1} \cdot \ln(PIB\_PER\_CAPTA) + \beta_{d2} \cdot (PORCENT\_ESCOL) + \beta_{d3} \cdot \ln(POP\_ACIMA\_50K) + \epsilon_d$ (2)
Oferta agregada (investimento em banda larga)	$\ln(INVEST\_SCM) = \beta_{o0} + \beta_{o1} \cdot \ln(ROB\_SCM) + \epsilon_o$ (3)
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)	$\ln\left(\frac{DENS\_B\_LARG_t}{DENS\_B\_LARG_{t-1}}\right) = \beta_{PBL0} + \beta_{PBL1} \cdot \ln(INVEST\_SCM_t) + \epsilon_{PBL}$ (4)
Modelo 2: PIB <i>per capita</i> – sem a variável <i>PREÇO</i>	
Produção agregada ( <i>PIB\_PER\_CAPTA</i> )	$\ln(PIB\_PER\_CAPITA) = \beta_{p0} + \beta_{p1} \cdot \ln(INVEST\_SCM) + \beta_{p2} \cdot \ln(DENS\_B\_LARG) + \beta_{p3} \cdot \ln(POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST) + \epsilon_p$ (5)
Demanda agregada (densidade de banda larga)	$\ln(DENS\_B\_LARG) = \beta_{d0} + \beta_{d1} \cdot \ln(PIB\_PER\_CAPITA) + \beta_{d2} \cdot (PORCENT\_ESCOL) + \beta_{d3} \cdot \ln(POP\_ACIMA\_50K) + \epsilon_d$ (6)
Oferta agregada (investimento em banda larga)	$\ln(INVEST\_SCM) = \beta_{o0} + \beta_{o1} \cdot \ln(ROB\_SCM) + \epsilon_o$ (7)
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)	$\ln\left(\frac{DENS\_B\_LARG_t}{DENS\_B\_LARG_{t-1}}\right) = \beta_{PBL0} + \beta_{PBL1} \cdot \ln(INVEST\_SCM_t) + \epsilon_{PBL}$ (8)
Modelo 3: PIB – com a variável <i>PREÇO</i>	
Produção agregada ( <i>PIB</i> )	$\ln(PIB) = \beta_{p0} + \beta_{p1} \cdot \ln(INVEST\_SCM) + \beta_{p2} \cdot \ln(POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST) + \beta_{p3} \cdot \ln(DENS\_B\_LARG) + \epsilon_p$ (1)
Demanda agregada (densidade de banda larga)	$\ln(DENS\_B\_LARG) = \beta_{d0} + \beta_{d1} \cdot \ln(PIB\_PER\_CAPITA) + \beta_{d2} \cdot \ln(PRECO) + \beta_{d3} \cdot (PORCENT\_ESCOL) + \beta_{d4} \cdot \ln(POP\_ACIMA\_50K) + \epsilon_d$ (9)
Oferta agregada (investimento em banda larga)	$\ln(INVEST\_SCM) = \beta_{o0} + \beta_{o1} \cdot \ln(ROB\_SCM) + \beta_{o2} \cdot \ln(PRECO) + \epsilon_o$ (10)
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)	$\ln\left(\frac{DENS\_B\_LARG_t}{DENS\_B\_LARG_{t-1}}\right) = \beta_{PBL0} + \beta_{PBL1} \cdot \ln(INVEST\_SCM_t) + \epsilon_{PBL}$ (4)

(continua)

(continuação)

Modelo 4: PIB <i>per capita</i> – com a variável <i>PREÇO</i>	
Produção agregada ( <i>PIB_PER_CAPTA</i> )	$\ln(PIB) = \beta_{\rho_0} + \beta_{\rho_1} \cdot \ln(INVEST\_SCM) + \beta_{\rho_2} \cdot \ln(POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST) + \beta_{\rho_3} \cdot \ln(DENS\_B\_LARG) + \varepsilon_p$ (1)
Demanda agregada (densidade de banda larga)	$\ln(DENS\_B\_LARG) = \beta_{\rho_0} + \beta_{\rho_1} \cdot \ln(PIB\_PER\_CAPITA) + \beta_{\rho_2} \cdot \ln(PRECO) + \beta_{\rho_3} \cdot (PORCENT\_ESCOL) + \beta_{\rho_4} \cdot \ln(POP\_ACIMA\_50K) + \varepsilon_d$ (9)
Oferta agregada (investimento em banda larga)	$\ln(INVEST\_SCM) = \beta_{\rho_0} + \beta_{\rho_1} \cdot \ln(ROB\_SCM) + \beta_{\rho_2} \cdot \ln(PRECO) + \varepsilon_o$ (10)
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)	$\ln\left(\frac{DENS\_B\_LARG_t}{DENS\_B\_LARG_{t-1}}\right) = \beta_{PBL0} + \beta_{PBL1} \cdot \ln(INVEST\_SCM_t) + \varepsilon_{PBL}$ (4)
Modelo 5 PIB – com a variável <i>PREÇO</i> e sem as variáveis <i>PORCENT_ESCOL</i> e <i>POP_ACIMA_50K</i>	
Produção agregada ( <i>PIB</i> )	$\ln(PIB) = \beta_{\rho_0} + \beta_{\rho_1} \cdot \ln(INVEST\_SCM) + \beta_{\rho_2} \cdot \ln(POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST) + \beta_{\rho_3} \cdot \ln(DENS\_B\_LARG) + \varepsilon_p$ (1)
Demanda agregada (densidade de banda larga)	$\ln(DENS\_B\_LARG) = \beta_{\rho_0} + \beta_{\rho_1} \cdot \ln(PIB\_PER\_CAPITA) + \beta_{\rho_2} \cdot \ln(PRECO) + \varepsilon_d$ (11)
Oferta agregada (investimento em banda larga)	$\ln(INVEST\_SCM) = \beta_{\rho_0} + \beta_{\rho_1} \cdot \ln(ROB\_SCM) + \beta_{\rho_2} \cdot \ln(PRECO) + \varepsilon_o$ (10)
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)	$\ln\left(\frac{DENS\_B\_LARG_t}{DENS\_B\_LARG_{t-1}}\right) = \beta_{PBL0} + \beta_{PBL1} \cdot \ln(INVEST\_SCM_t) + \varepsilon_{PBL}$ (4)
Modelo 6: PIB <i>per capita</i> – com a variável <i>PREÇO</i> e sem as variáveis <i>PORCENT_ESCOL</i> e <i>POP_ACIMA_50K</i>	
Produção agregada ( <i>PIB_PER_CAPTA</i> )	$\ln(PIB\_PER\_CAPITA) = \beta_{\rho_0} + \beta_{\rho_1} \cdot \ln(INVEST\_SCM) + \beta_{\rho_2} \cdot \ln(POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST) + \beta_{\rho_3} \cdot \ln(DENS\_B\_LARG) + \varepsilon_p$ (2)
Demanda agregada (densidade de banda larga)	$\ln(DENS\_B\_LARG) = \beta_{\rho_0} + \beta_{\rho_1} \cdot \ln(PIB\_PER\_CAPITA) + \beta_{\rho_2} \cdot \ln(PRECO) + \varepsilon_d$ (11)
Oferta agregada (investimento em banda larga)	$\ln(INVEST\_SCM) = \beta_{\rho_0} + \beta_{\rho_1} \cdot \ln(ROB\_SCM) + \beta_{\rho_2} \cdot \ln(PRECO) + \varepsilon_o$ (10)
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)	$\ln\left(\frac{DENS\_B\_LARG_t}{DENS\_B\_LARG_{t-1}}\right) = \beta_{PBL0} + \beta_{PBL1} \cdot \ln(INVEST\_SCM_t) + \varepsilon_{PBL}$ (4)

### 4.3 COMENTÁRIOS SOBRE OS MODELOS UTILIZADOS

Com base no modelo original de Koutroumpis (2009), foram criados os modelos 1, 3 e 5 para avaliar a influência do aumento da penetração de banda larga sobre o PIB. Algumas variáveis explicativas foram substituídas, devido à ausência de dados disponíveis por ocasião do presente estudo, assim como foram modificadas algumas das equações. Por exemplo, o autor utilizou como uma das variáveis explicativas um indicador para avaliar a competição entre as diversas tecnologias para prestação do serviço de banda larga como DSL, *WiFi*, *WiMAX*, fibra óptica, celular 3G e outros. Utilizou o índice Herfindahl-Hirschman (ou HHI), Hirschman (1964).

Koutroumpis (2009) levou em conta a competição entre tecnologias. Como descreve Gentzoglanis e Aravantinos (2008), há estudos mostrando que a presença de diversas tecnologias disponíveis para prestação de acesso à internet em banda larga favorece a sua difusão como, por exemplo, em Brown e Lee (2008a, 2008b). Isto porque novos entrantes no mercado, dominado principalmente por acesso fixo via DSL ou cabo, têm de se valer de outras tecnologias, como WCDMA (celular 3G), *WiMAX*, *WiFi*, oferecendo outras vantagens não disponíveis para prestação via DSL, como a mobilidade e a possibilidade de acesso em locais onde o DSL ainda não está disponível, para poder competir. Isso, por outro lado, faz com que as operadoras

dominantes, que utilizam DSL para prestação de serviço, tenham de reagir para não perder mercado, podendo assim adotar políticas de redução de preços ou outras estratégias para aumentar o número de assinantes. O resultado global é que, havendo esta competição entre tecnologias, a difusão do serviço de banda larga se dá de forma mais acelerada.

Entretanto, como para o caso do Brasil os dados suficientes para compor uma série histórica não estavam disponíveis, esta variável não foi incluída. Somente a partir de 2007 a coleta de informações junto às operadoras de telecomunicação, pela Anatel, passou a ser mais detalhada permitindo avaliar tanto a competição das operadoras como das tecnologias em nível local. No estudo original também é incluída uma variável que leva em conta a possibilidade de compartilhamento de redes de telecomunicações denominada *unbundling*. É calculada como sendo a porcentagem dos acessos de banda larga oferecidos valendo-se deste mecanismo. No Brasil, por não haver dados disponíveis, esta variável não foi incluída. Entende-se que a existência deste compartilhamento favoreça a difusão do serviço de banda larga por requerer menor investimento das empresas entrantes em um mercado, já que podem alugar a rede de outra empresa. Esse é um tema a ser avaliado pelos formuladores de políticas públicas no Brasil e tem potencial para incentivar a competição e a maior difusão do serviço de banda larga no país.

Outras variáveis empregadas por Koutroumpis (2009), como porcentagem do PIB gasto em educação e em ciência e tecnologia, e que, segundo o autor, favoreceria a penetração do serviço, não foram utilizadas por se entender que não teriam impacto relevante no modelo para o caso brasileiro. Inicialmente o dado de porcentagem do PIB gasto em educação foi incluído, mas a variável não foi significativa, sendo excluída do modelo final. Talvez isso tenha ocorrido por ser o valor praticamente constante no período analisado – variou entre 4,5% e 5,1% do PIB entre 2000 e 2007, conforme dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

Em relação ao modelo original de Koutroumpis (2009), podem ser feitos os seguintes comentários:

#### Equação de produção agregada

No modelo original foi usado o estoque de infraestrutura existente de banda larga no país e não os investimentos no setor. Isto porque, segundo o autor, a demanda dos usuários é pela infraestrutura das operadoras, meio através do qual irão usufruir o serviço, e não pelos investimentos que elas fazem. Como no caso do Brasil não se dispunha de dados equivalentes sobre a infraestrutura instalada, optou-se por utilizar os dados disponíveis de investimentos das prestadoras do serviço de banda larga (SCM), que periodicamente têm de informá-los à Anatel. As análises de regressão também foram feitas com os dados de investimentos em serviços fixos de telecomunicações e investimentos totais em telecomunicações, conforme a tabela C.1, pois estes têm maior número de amostras. Entretanto, os melhores resultados foram obtidos utilizando-se os dados de investimentos das prestadoras de SCM.

Quanto ao estoque de capital humano (força de trabalho), enquanto o autor do modelo original utilizou a população entre 15 e 64 anos, os resultados foram

melhores ao se utilizar a população total com pelo menos 15 anos de idade e 8 anos de escolaridade completos. Foi feita análise também com dados da população total entre 15 e 59 anos, que é o que está disponível de forma mais imediata pelo IBGE, porém os resultados não foram tão bons. O critério de anos de escolaridade para uso como variável de capital humano pode ser diferente de acordo com o estudo realizado. No estudo de Nakabashi e Figueiredo (2008b, p. 157), por exemplo, que avalia o impacto do capital humano sobre o crescimento da economia, é utilizada a variável de anos de escolaridade da população acima de 25 anos. Em Nelson e Phelps (1966), a importância atribuída ao capital humano é a de que o seu aumento tem o efeito de facilitar a difusão de novas tecnologias, sendo importante em ambientes onde ocorrem mudanças de forma rápida e constante, sendo a educação um fator importante para permitir a adaptação às novas condições de trabalho. Este é o ambiente introduzido com a difusão da internet que propicia acesso a quantidades cada vez maiores de informações que influenciam diretamente no surgimento de novas atividades econômicas ou modificações nas atividades previamente existentes. Dentro destas circunstâncias, o acesso à internet em banda larga torna-se importante por permitir acesso mais rápido a informações e transações econômicas. Assim o capital humano, expresso em quantidade de anos de escolaridade, teria, a princípio, influência na difusão e na demanda pelo serviço de banda larga. Em relação à penetração do serviço de banda larga, enquanto o autor utiliza o número de acessos por 100 habitantes, foi utilizado o número de acessos por mil habitantes, pois, como a penetração é baixa no Brasil, os valores numéricos ficariam muito pequenos.

#### Equação de demanda agregada

Na etapa inicial do estudo, não foi utilizada a variável referente ao preço do acesso de banda larga por não haver séries históricas disponíveis para o Brasil, embora se reconheça que este fator tem um impacto importante na demanda pelo serviço. Posteriormente, para não deixar de fora uma variável tão importante e que tem impacto bastante expressivo sobre a demanda pelo serviço de banda larga no Brasil, foi encontrada uma maneira de se estimar os preços de forma indireta, a partir da curva de preço-demanda levantada pelas pesquisas do CETIC (2005 a 2008). O procedimento utilizado está descrito no apêndice D.

Quanto à parcela do PIB investida em educação, fator utilizado pelo autor na análise de regressão, não apresentou resultados satisfatórios quando utilizados dados do INEP. Talvez isso tenha ocorrido pelo fato de a porcentagem do PIB anualmente investida em educação nos três níveis de administração – federal, estadual e municipal – ser aproximadamente constante, em torno de 4,5% (variou entre 4,5% e 5,1% no período entre 2000 e 2007, de acordo com dados do INEP). Os resultados foram melhores com os dados da parcela da população com pelo menos 15 anos de idade e 8 anos de escolaridade completa.

Para substituir a variável de porcentagem da população vivendo em áreas com densidade habitacional superior a 500 habitantes por km<sup>2</sup>, foi utilizada a porcentagem da população vivendo em localidades com pelo menos 50 mil habitantes. Nos gráficos C.3 e C.4, vê-se que a maior parte dos acessos de banda larga (aproximadamente 90%) se concentra em municípios acima de 50 mil habitantes, apesar de cerca de 92% dos municípios terem até 50 mil habitantes. Também se

percebe uma disparidade da oferta de acessos de banda larga. Enquanto cerca de 29% da população vive em municípios com mais de 500 mil habitantes, estes concentram cerca de 58% de todos os acessos de banda larga. Foi utilizado o ln desta variável, em vez da porcentagem diretamente como no modelo original, por apresentar melhores resultados. Entretanto, como esta variável não apresentou o resultado dentro do esperado, nos modelos 4 e 5 ela foi excluída para se avaliar o resultado. Esperava-se que os modelos apresentassem valores positivos para os coeficientes, indicando que, em cada UF, quanto maior a porcentagem da população habitando cidades com pelo menos 50 mil habitantes, maior seria a penetração do serviço de banda larga no estado. Entretanto isso não ocorreu, sendo apresentada uma possível explicação mais adiante. A variável explicativa de porcentagem anual do PIB investido em pesquisa e desenvolvimento (P&D) foi desconsiderada por não se achar que seria relevante no caso do Brasil. Entretanto, em estudos posteriores esta variável poderia ser considerada.

#### Equação de oferta agregada

Na equação de oferta agregada foi adotada uma forma simplificada. A equação tenta explicar a motivação para as prestadoras de serviços de telecomunicações investirem na ampliação da rede de banda larga. Na forma do modelo original, de Koutroumpis (2009), são utilizados dados de preço da assinatura e porcentagem da rede das prestadoras de banda larga que são de propriedade de terceiros. Como estes dados não estavam disponíveis, inicialmente, não foram utilizados nos modelos 1 e 2. Posteriormente, com a estimativa dos preços do serviço de banda larga, detalhado no apêndice D, a variável preço foi incluída nos modelos 3, 4, 5 e 6.

A variável referente à competição entre diversas tecnologias não foi incluída por poder ser obtida parcialmente a partir de alguns dados históricos somente de 2007 em diante, como já foi mencionado anteriormente. Para incluir alguma variável que indicasse um fator de incentivo para as operadoras investirem mais na ampliação de suas redes para atrair mais clientes e por simplicidade, foi utilizado o dado referente à receita operacional bruta das prestadoras de SCM (banda larga). Como este dado estava relativamente mais fácil de ser obtido junto à Anatel, foi utilizado. O ideal, entretanto, seria utilizar o lucro das empresas (receitas menos despesas) com a exploração do serviço de banda larga.

É evidente que somente a possível receita operacional elevada obtida com o serviço por si só não induz as prestadoras a investirem na ampliação de suas redes. O fator fundamental para isso é o lucro auferido (receitas menos despesas). Isso porque pode ocorrer que, em localidades onde haja demanda pelo serviço, e portanto um bom potencial para geração de receitas, o custo para levar as redes até lá seja muito elevado, resultando em prejuízo ou lucro insuficiente para justificar o investimento. Um exemplo disso é o caso do Estado de Roraima, cuja capital Boa Vista somente em 2009 passou a contar com serviço de banda larga, como noticiado pela imprensa, em ARN (2009). Isto ocorreu após uma mudança da regulamentação do setor, que permitiu às operadoras de telefonia fixa trocar a obrigação de manter postos de serviços de telecomunicações pela conexão gratuita de banda larga oferecida às escolas públicas (Projeto Banda Larga nas Escolas), como noticiado pela EBC (2008) e pela Anatel (2008). A justificativa apresentada pela operadora de telefonia fixa local para

não oferecer o serviço anteriormente foi a do custo elevado de se levar redes de fibras ópticas até o estado. Para oferecer o serviço tiveram de buscar a conexão de fibras ópticas em um país vizinho, a Venezuela.

Foi então usada a variável de receita operacional bruta como uma *proxy* para o lucro da empresa auferido com o serviço de banda larga, que seria mais adequado. Mas devido à dificuldade de se obter a informação quanto ao lucro, vindo da prestação do serviço de banda larga e da relativa facilidade de se obter os dados da receita operacional bruta a partir de dados da Anatel, optou-se por este último caminho. Para obter os dados de lucros das empresas, uma opção seria a de obter, na página da Comissão de Valores Mobiliários (CVM), na internet, as demonstrações de resultados dessas empresas. Além de ser pouco prático, porque requer uma análise das demonstrações de resultados para se montar uma série histórica, nem todas as empresas que oferecem o serviço têm ações negociadas em bolsa de valores. Como o mercado de banda larga no Brasil é concentrado sob o domínio de um grupo pequeno de empresas, talvez com os dados da CVM fosse possível se ter uma aproximação razoável do lucro total do setor. Mesmo analisando os balanços, por vezes não são detalhados neles os resultados vindos exclusivamente da prestação do serviço de banda larga. Em alguns casos esses valores são apresentados de forma consolidada junto a outras receitas, dificultando a desagregação.

Nos modelos 3, 4, 5 e 6, a variável referente ao preço do serviço foi incluída analogamente ao modelo de Koutroumpis (2009). Este é um forte incentivo para a entrada de novos competidores no mercado. O maior preço praticado no mercado para a prestação do serviço indica para outras prestadoras que ali há oportunidade de lucro, fazendo valer a pena investir nesse mercado. Por isso o preço elevado atrai mais investimentos e conseqüentemente aumenta a oferta de banda larga. Por outro lado, se os preços praticados no mercado forem baixos, torna menos viável a entrada de novos competidores, pois a margem de lucro potencial será menor e talvez não faça valer a pena o investimento. Esse foi o caso, por exemplo, da telefonia fixa nos Estados Unidos. Após a quebra do monopólio da empresa AT&T, na década de 1980, foram criadas empresas separadas chamadas popularmente de *baby Bells*. Assim, o mercado de telefonia fixa local foi aberto à competição, mas não houve expressiva entrada de novos competidores. Entre as razões havia a necessidade de se fazer pesados investimentos para implantar as redes de telefonia fixa. Além disso, como estratégia para afastar os possíveis competidores, as *baby bells* mantinham suas tarifas de telefonia fixa bastante baixas, pois seus investimentos nas redes já haviam sido completamente amortizados devido ao longo período em que durou o monopólio. Com o alto custo do investimento e as baixas margens de lucro, este segmento de telefonia fixa local não era atrativo o suficiente para trazer novos competidores.

No caso do Brasil, porém, não necessariamente os altos preços conseguem atrair efetivamente novos competidores. Apesar dos preços elevados, há poucos competidores atuando em um mesmo mercado. O mais comum é exatamente o contrário, os preços praticados serem altos devido à concentração do mercado nas mãos de poucas empresas. Um fator bastante sério como inibidor da entrada de novos competidores são os altos preços dos enlaces de dados de alta capacidade, os “*links* dedicados”, que são mais comumente utilizados por clientes corporativos das operadoras de telecomunicações. Um pequeno provedor de acesso à internet em

banda larga não tem condições financeiras de implantar sua própria rede com enlaces de alta capacidade para interconexão com outras operadoras de telecomunicações. Na prática, essas pequenas empresas dependem da contratação destes enlaces de alta capacidade junto às operadoras de telefonia fixa, que praticamente detêm o monopólio deste setor. Somente em cidades maiores, onde há maior competição, é possível dispor de um número maior de fornecedores destes enlaces de alta capacidade. Porém, nessas cidades maiores, como a competição é maior e também as grandes prestadoras de banda larga têm ampla cobertura, não há espaço para pequenos provedores atuarem.

Nas cidades menores, onde a disponibilidade de banda larga para o usuário residencial é bastante limitada, muitos pequenos provedores, geralmente utilizando redes sem fio com tecnologia *WiFi*, tentam explorar este nicho de mercado, mas as operadoras de telefonia fixa, ao praticarem preços abusivos, asfixiam esses pequenos provedores. Isto porque essas grandes empresas têm pouco interesse em ampliar a cobertura nas pequenas localidades, devido à expectativa de se obter margens de lucro pouco atrativas, mas também por não desejarem incentivar o surgimento de possíveis competidores que poderiam corroer suas receitas. Dados recentes da Anatel indicam que existem mais de 1.600 provedores de banda larga no país, sendo a grande maioria pequenos provedores atuando em cidades com menos de 50 mil habitantes. Como o custo desses enlaces de alta capacidade é elevado, na prática, essas pequenas empresas acabam tendo boa parte de seu lucro expropriado pelas grandes operadoras de telecomunicações por meio da cobrança de preços abusivos.

Com um pouco de imaginação pode-se fazer uma analogia com o ocorrido no período colonial no Brasil. Alguns historiadores mencionam que naquela época Portugal, o colonizador, servia na prática como uma mera “correia de transmissão”, levando as riquezas do Brasil e entregando-as à Inglaterra, para poder saldar seus débitos decorrentes de tratados comerciais que lhe foram prejudiciais. Assim, a riqueza extraída daqui não ficou nas mãos de Portugal que não podia se beneficiar dela porque a entregava à Inglaterra. De maneira semelhante pode-se analisar esses pequenos provedores como “correias de transmissão” que extraem receita de seus clientes em pequenas cidades, mas pouco podem se beneficiar desta, pois têm de entregar boa parte das receitas obtidas às grandes empresas de telecomunicações como pagamento pelos enlaces de alta velocidade contratados. Para as grandes empresas de telecomunicações esta é uma situação cômoda, pois não precisam fazer investimentos na ampliação de suas redes para atender pequenas localidades, mas mesmo assim conseguem auferir receita sobre esta base de clientes, através dos pequenos provedores que lá chegam, obtêm a receita e depois entregam parte dela como pagamento pelos “links dedicados”.

Equação de produção agregada da infraestrutura de banda larga

Tanto no modelo original como no modificado foi utilizado como única variável explicativa o montante dos investimentos em infraestrutura de telecomunicações destinado à prestação do serviço de banda larga. Foi feita também análise tendo como variável explicativa os investimentos anuais em serviços fixos de telecomunicações e investimento total no setor de telecomunicações, mas os resultados não foram tão bons.

## 5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.1 PIB: MODELOS 1, 3 E 5

Os resultados das regressões estão no apêndice A (tabelas A.1 e A.2). O principal objetivo deste modelo foi o de tentar estabelecer alguma relação entre crescimento do PIB e aumento da penetração do serviço de acesso à internet via banda larga. Os coeficientes das variáveis explicativas dão a elasticidade em relação às variáveis dependentes. Para a equação de produção agregada – equação (1) –, o coeficiente  $\beta_{p3}$  dá a elasticidade do PIB em relação à penetração de banda larga.

Conforme apresentado na tabela A.1 obteve-se uma estimativa para o parâmetro  $\beta_{p3}$ , variando entre 0,037 e 0,178. Assim, segundo o modelo, para cada aumento de 1 p.p. na penetração de acesso de banda larga (medida em número de acessos por mil habitantes) seria obtido aumento no PIB variando entre 0,037 p.p. e 0,178 p.p. Para se ter uma ideia do que isso representaria, na tabela C.1, vê-se que houve um aumento de cerca de 30% de 2007 para 2008 da densidade de acessos de banda larga por mil habitantes. Passou de 45,8 acessos por mil habitantes no final de 2007 para 59,1 acessos por mil habitantes no final de 2008.

Com estes valores, segundo o modelo, teria havido um aumento no PIB variando entre 1,11 p.p. e 5,34 p.p. É um valor elevado e por isso este tipo de análise deve ser visto com cautela. O modelo não permite estabelecer uma relação de causalidade entre aumento da penetração do serviço de banda larga e crescimento do PIB. Tampouco permite quantificar com precisão qual o efetivo impacto econômico trazido pela maior difusão deste serviço. Pode ser um instrumento útil para se tentar entender como as duas variáveis se relacionam entre si.

Para comparação, na tabela C.1 é mostrado o crescimento do PIB em 2008 que foi de 5,08% em 2008. Assim, os resultados obtidos nas regressões indicam um valor elevado, maior do que a maior parte dos valores encontrados em Koutroumpis (2009, p. 478) que foram 0,012, 0,023, 0,025 e 0,204, dependendo do método utilizado na regressão, embora haja dificuldade de se comparar os resultados daquele estudo, por ambos utilizarem modelos e variáveis diferentes.

Assim, segundo o modelo, a difusão do serviço de banda larga teria impacto significativo no crescimento do PIB. Apesar disso não se pode, a partir do modelo, concluir que haja uma relação de causalidade entre aumento da difusão de banda larga e crescimento do PIB. Seria necessária a investigação mais profunda, com séries temporais com maior número de dados para se inferir sobre tal causalidade. Para estimar o efeito sobre o crescimento do PIB decorrente do aumento da penetração de banda larga, Koutroumpis (2009, p. 477) utiliza a fórmula abaixo obtida do estudo de Röller e Waverman (2001, p. 917):

$$CACB = \left[ \left( \frac{\left( \frac{DENS\_B\_LARG_{2008}}{1000 - DENS\_B\_LARG_{2008}} \right) - \left( \frac{DENS\_B\_LARG_{2000}}{1000 - DENS\_B\_LARG_{2000}} \right)}{\frac{DENS\_B\_LARG_{2008}}{1000 - DENS\_B\_LARG_{2008}}} \right) \cdot \beta_{p3} + 1 \right]^{\frac{1}{8}} \quad (12)$$

Calculando o crescimento do PIB, utilizando os valores mínimo (0,037) e máximo (0,178):

Valor mínimo:  $\beta_{p3} = 0,037$

Valor máximo:  $\beta_{p3} = 0,178$

$$CACB_{MIN} = \left[ \left( \frac{\left( \frac{59,1}{1000-59,1} \right) - \left( \frac{0,7}{1000-0,7} \right)}{\frac{59,1}{1000-59,1}} \right) \cdot 0,037 + 1 \right]^{\frac{1}{8}} = 1,0045$$

$$CACB_{MAX} = \left[ \left( \frac{\left( \frac{59,1}{1000-59,1} \right) - \left( \frac{0,7}{1000-0,7} \right)}{\frac{59,1}{1000-59,1}} \right) \cdot 0,178 + 1 \right]^{\frac{1}{8}} = 1,0205$$

$CACB_{MIN} = 1,0045 = 0,45\%$        $CACB_{MAX} = 1,0205 = 2,05\%$

O período compreende oito anos (final de 2000 ao final de 2008 ou início de 2001 ao final de 2008).

A taxa média de crescimento anual da penetração de banda larga para o período de oito anos entre o final de 2000 (início de 2001) e o final de 2008 pode ser calculada pela expressão :

$$CAC_{BL} = \left[ \frac{Densidade\_de\_Banda\_Larga\_2008}{Densidade\_de\_Banda\_Larga\_2001} \right]^{\frac{1}{8}} - 1 = 0,74105$$

$$CAC_{BL2001-2008} = 1,74105 = 74,105\% \text{ ao ano (a.a.)}$$

No caso, a penetração foi medida como sendo o número de acessos por mil habitantes, com os dados da tabela C.1 e não em porcentagem da população como em Koutroumpis (2009). Assim, por este modelo, o aumento na densidade de banda larga está relacionado ao crescimento que varia entre 0,45 p.p. e 2,05 p.p. do PIB. Tirando a média geométrica das taxas de crescimento do PIB entre 2001 e 2008, obtém-se cerca de 3,1%. Por este modelo, então, entre 14% e 66% do crescimento médio do PIB seria afetado pela penetração do serviço de banda larga. O valor é bem elevado e deve ser analisado com olhar crítico, dadas as limitações de dados disponíveis e das aproximações que foram feitas. No estudo de Koutroumpis (2009, p. 482), a parcela do crescimento do PIB atribuída ao aumento da difusão da banda larga não chega a 20%, sendo que a média para os 22 países da OCDE analisados ficou em 10,54%.

Com o tempo, havendo uma quantidade maior de dados nas séries históricas de difusão de banda larga e nas demais variáveis explicativas e com a aplicação de outras metodologias poder-se-ia estudar com maior profundidade se há de fato essa relação de causalidade.

Analisando individualmente cada equação do modelo:

Equação de produção agregada

1)  $INVEST_{SCM}$ : O coeficiente  $\beta_{p1}$  teve comportamento consistente em todos os modelos com pouca variação, com valor em torno de 0,38. Das três variáveis desta equação, foi o que apresentou o maior peso sobre o crescimento do PIB. Ficou dentro

do esperado (coeficiente positivo), indicando que o investimento na ampliação das redes de banda larga tem impacto positivo sobre o PIB.

2)  $POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST_t$ : O coeficiente  $\beta_{p2}$  também teve comportamento consistente em todos os modelos, tendo mantido sempre valor próximo de 1,1. Dentre as três variáveis, foi a segunda de maior peso. Seu valor positivo indica que, à medida que o nível educacional da população melhora, causa efeito direto e positivo sobre o PIB. O valor encontrado é próximo ao do estudo de Koutroumpis (2009), que obteve valores entre 0,783 e 1,169.

3)  $DENS\_B\_LARG_t$ : O coeficiente  $\beta_{p3}$ , referente ao impacto do crescimento da penetração do serviço de banda larga, teve comportamento relativamente coerente ao longo de todos os modelos. Embora sempre resultasse em valores positivos, indicando que seu crescimento leva ao aumento do PIB, sua magnitude variou bastante, como pode ser visto na tabela A.1. Ao se introduzir a variável preço, seu valor diminuiu. Talvez o peso expressivo desta variável sobre a demanda pelo serviço, expresso pelo coeficiente  $\beta_{D4}$ , explique as variações de  $\beta_{p3}$ .

#### Equação de demanda agregada

A inclusão da variável referente ao preço do serviço de banda larga resultou em uma melhor consistência dos modelos. O que ficou evidenciado é seu grau de influência sobre a demanda pelo serviço. Com sua introdução, passou a ser a variável de maior peso sobre o aumento ou a diminuição da demanda por banda larga. Seu sinal negativo confirma a expectativa de que um aumento no preço faz diminuir a demanda. Além disso, o valor do coeficiente  $\beta_{D4}$ , que representa a elasticidade preço-demanda, variando entre  $-1,790216$  e  $-2,124769$ , indica que se trata de um produto bastante elástico. As magnitudes das elasticidades encontradas ficaram dentro dos valores obtidos em outros estudos como o de Guedes *et al.* (2008, p. 7), que indicou o valor de  $-2,0$  para a elasticidade preço-demanda, o de Ávila (2008, p. 42 e 49), que obteve elasticidade entre  $-3,36$  e  $-1,0$ , e também o de Wohlers, Abdala e Kubota (2009).

Em particular no caso brasileiro, essa variável tem influência suplementar devido às grandes disparidades de renda entre a população. Assim, a tecnologia de banda larga, ao mesmo tempo que se torna uma ferramenta útil no desenvolvimento do país, tanto no aspecto econômico como no democrático, por permitir acesso a uma diversidade maior de fontes de informação, se continuar a ser disponibilizada a preços tão elevados se tornará também um fator de ampliação da exclusão social, pois somente permitirá seu acesso a quem tiver os recursos para pagar pelo serviço.

1)  $PIB\_PER\_CAPTA_t$ : Quanto à variável PIB *per capita*, ela apresentou um coeficiente com valor de  $\beta_{D1}$ , variando entre 0,790250 e 1,715106, ficando aproximadamente dentro da faixa de valores encontrados em Koutroumpis (2009) entre 0,810 e 4,531. O peso do PIB *per capita* sobre o aumento da demanda por banda larga aumentou com a introdução da variável preço.

2)  $PORCENT\_ESCOL_t$ : No modelo 1, esta variável apresentou comportamento dentro do esperado, com coeficiente de  $\beta_{D2} = 0,146706$  (GMM) ou  $\beta_{D2} = 0,149238$ . Pode-se explicar esta importância na demanda por banda larga, pois ela é uma tecnologia que oferece acesso a informação e conhecimento. Quanto maior a formação do indivíduo, maior importância é dada à informação. Pode-se traçar um

paralelo com o perfil de quem obtém informação de meios como jornais e revistas. Predomina neste grupo quem tem maior grau de escolaridade e renda também, pois para se consumir tais produtos, tem-se de atribuir valor a eles. No estudo de Neri (2003, p. 37), um modelo *logit* aplicado sobre dados da PNAD de 2000 mostra que a chance de uma pessoa com 12 anos de estudo ter acesso à internet é 99,96% maior que a de uma pessoa com analfabetismo.

Entretanto, com a introdução da variável preço, sua importância ficou bastante diminuída, ficando próxima de zero e assumindo valor negativo. Talvez a explicação seja a mesma apresentada para o caso da variável referente à densidade demográfica. Como o preço tem um peso predominante na determinação da demanda por banda larga, sua introdução tem efeito de “ofuscar” as demais variáveis e, por isso, seus valores reduzidos.

A lição que se pode tirar disso é que qualquer política pública para ampliar a penetração deste serviço tem de enfrentar a questão dos preços elevados. A melhoria educacional, embora tenha efeito importante sobre o PIB, como evidenciado na equação de produção, talvez tenha efeito limitado sobre o aumento da penetração. Com o aumento do nível de educação da população, a tendência é que haja também um aumento no “nível de consciência” das pessoas que passam a atribuir maior valor ao serviço de banda larga, pelo potencial de desenvolvimento humano que proporciona, permitindo acesso a um grande conteúdo de informação.

3) *PREÇO<sub>i</sub>*: Como já foi mencionado, esta variável apresentou-se como a de maior peso sobre a demanda pelo serviço de banda larga. Outro aspecto é o da melhoria do  $R^2$  do modelo da equação que passou de valores próximos de 0,6 para acima de 0,8. Os valores de  $\beta_{D4}$ , variando entre  $-1.790216$  e  $-2.124769$ , indicam que para cada 1 p.p. de aumento do preço, a demanda (densidade de acessos) cairia entre 1,79 p.p. e 2,12 p.p.

4) *POP\_ACIMA\_50K<sub>i</sub>*: Esta variável não teve o comportamento esperado (sinal positivo).

Outro aspecto é que seu valor absoluto reduziu-se em quase dez vezes, após a introdução da variável preço, como pode ser verificado na tabela A.1. Ou seja, a importância relativa da concentração geográfica sobre a penetração do serviço foi reduzida bastante. Nesse aspecto há alguma coerência, pois, como discutido anteriormente, o preço influencia bastante a demanda. No modelo 1, sem a variável preço, seu peso, ausente, se distribuiu entre as demais variáveis. Ao ser incluído o preço, sua predominância alterou a relação de poder entre todas as variáveis, evidenciando que a variável usada para expressar a densidade demográfica não foi adequadamente especificada. Apesar disso, o senso comum atribui importância às altas densidades demográficas como fator de favorecimento ao aumento da penetração de banda larga. O que seria preciso para capturar este efeito é especificar de forma adequada a variável que traz a informação sobre concentração demográfica.

Isso talvez se explique com a introdução da variável preço que passou a predominar sendo a de maior peso sobre a demanda pelo serviço. Esta e a variável de PIB *per capita* da UF predominam bem mais do que as outras variáveis da equação. O que está coerente com a realidade do país, com elevados índices de desigualdade de

renda. Assim os fatores que mais afetam a demanda do serviço são os fatores monetários: o preço (custo) e o nível de riqueza da UF (expresso indiretamente pelo PIB *per capita*).

No modelo proposto por Koutroumpis (2009), há uma variável para incluir a densidade populacional como elemento que afeta a penetração de banda larga. No presente modelo, como aproximação, foi usada a variável que exprime a parcela da população em cada UF vivendo em cidades com pelo menos 50 mil habitantes. Assim, esperava-se que o coeficiente desta variável tivesse sinal positivo, indicando que, quanto maior a parcela da população nessas condições, maior seria a penetração. Tinha-se em mente que em um caso hipotético de dois estados com a mesma população e as mesmas condições, o estado que tivesse sua população dispersa, habitando cidades menores, com menos de 50 mil habitantes, em tese, teria menor penetração do serviço do que o estado que tivesse sua população concentrada em cidades maiores, com pelo menos 50 mil habitantes. Isto porque, do ponto de vista das prestadoras de telecomunicações, é mais vantajoso servir uma população vivendo em maiores concentrações urbanas do que uma população dispersa, devido ao custo maior de se investir em uma rede para atender esta última.

Porém, após os resultados da regressão, o que se propõe como explicação para o sinal negativo deste coeficiente é que para estados de menor população (e menor PIB), em geral parte expressiva de toda a população do estado está concentrada nas capitais, que em todos os casos têm população acima de 50 mil habitantes.

Para ilustrar isso, pode-se tomar como exemplo a comparação dos estados de Roraima, com cerca de 400 mil habitantes em 2008 e cerca de 60% da população em cidades com pelo menos 50 mil habitantes, e o Rio Grande do Sul, que tem aproximadamente 10 milhões de habitantes em 2008 e também cerca de 60% da população em cidades com pelo menos 50 mil habitantes. Embora a penetração do serviço seja bem maior no Rio Grande do Sul, do ponto de vista da regressão a variável acaba sendo pouco significativa.

Este indicador de “densidade demográfica” deixa de levar em conta outros aspectos que influenciam diretamente a demanda pelo serviço de banda larga. No mesmo exemplo, comparando Roraima e Rio Grande do Sul, como o custo de se levar a infraestrutura de banda larga (*backhaul*) aos estados da região Norte é bem maior que ao restante do país devido às enormes distâncias e outros obstáculos de natureza geográfica, o custo é repassado aos usuários finais, afetando diretamente a demanda pelo serviço. Tipicamente, as empresas de telecomunicações, para vencer estes obstáculos, utilizam enlaces de satélites para poder oferecer seus serviços nestes estados. Os enlaces de satélite, além de terem capacidade de transmissão de dados muito inferiores à das redes de cabos de fibras ópticas, têm um custo bastante elevado. Isso acaba resultando na oferta do serviço de banda larga com baixas velocidades de transmissão de dados e com alto preço para os usuários. Como exemplo, notícias como em ARN (2009) divulgam a informação de que as operadoras de telecomunicações, para poder obter enlaces de fibras ópticas, que oferecem maior capacidade em Roraima, tiveram de buscá-los em países vizinhos, no caso, na Venezuela.

Devido às grandes dimensões geográficas do Brasil, onde existem municípios com grandes áreas, como Altamira, no Pará, com cerca de 160 mil km<sup>2</sup>, população próxima de 96 mil habitantes em 2008 e densidade demográfica de cerca de 0,6 hab./km<sup>2</sup>, e também municípios com população reduzida, mas ocupando uma pequena área, resultando em altas densidades demográficas, como Nova Odessa, em São Paulo, com população de cerca de 48 mil habitantes em 2008, área geográfica de cerca de 73 km<sup>2</sup> e densidade demográfica elevada, de cerca de 657 km<sup>2</sup>, há dificuldades de se encontrar um indicador de concentração de população que ao mesmo tempo seja coerente com a realidade de densidade de acessos de banda larga.

A tabela B.4, com os dados de densidade demográfica dos estados e as respectivas densidades de acessos de banda larga, usados em todos os modelos, permite perceber a necessidade de alguns cuidados para se relacionar de maneira coerente indicadores de densidade demográfica com densidades de acessos de banda larga. Por exemplo, Pernambuco tem população aproximada de 8 milhões de habitantes, densidades demográficas de 89 hab./km<sup>2</sup> (média da UF) e 245 hab./km<sup>2</sup> (média dos municípios) e densidades de acessos de banda larga de 22,61 acessos por mil habitantes. Comparando com estados como Acre e Rondônia, estes têm densidades de acessos de banda larga de 26,30 e 33,5 acessos por mil habitantes, maiores que Pernambuco, porém contando com densidades demográficas bem menores.

Isso ilustra a dificuldade de se encontrar indicadores adequados de densidade demográfica para os modelos estudados e talvez explique o porquê de os coeficientes da variável *POP\_ACIMA\_50K* (porcentagem da população do estado habitando cidades com pelo menos 50 mil habitantes) terem sempre resultado em valores negativos, quando o esperado era valores positivos. No estudo de Koutroumpis (2009), a variável que leva em conta a densidade demográfica é a porcentagem de população que vive em áreas com pelo menos 500 hab./km<sup>2</sup>. Talvez esta métrica seja adequada para os países europeus, que formam a maioria das amostras analisadas pelo autor, que têm maior grau de homogeneidade do que o Brasil e áreas geográficas bem menores. Após a análise dos resultados obtidos nas regressões, encontrando-se valores diferindo da expectativa, foi analisada a possibilidade de uso de outro indicador de concentração populacional. Fazendo uma análise preliminar somente com os dados do IBGE referentes a 2008, foram obtidas as densidades demográficas de quase todos (excetuando-se alguns poucos por falta de dados quanto à área geográfica dos municípios). Foram então construídos alguns indicadores referentes às porcentagens da população de cada UF habitando cidades com densidades demográficas maiores ou iguais a 20, 50 e 100 hab./km<sup>2</sup>.

Não foi possível usar o indicador de 100 hab./km<sup>2</sup> porque nem todos os estados têm municípios com essa densidade demográfica. O Mato Grosso do Sul não tinha nenhum município com pelo menos 100 hab./km<sup>2</sup>. O município com maior densidade demográfica, de acordo com os dados de 2008, foi a capital Campo Grande, com cerca de 92 hab./km<sup>2</sup>. Novamente aí entra a questão das grandes dimensões geográficas do país. Prosseguiu-se a análise com densidades demográficas menores. Foi feita uma regressão linear simples, tendo a densidade de acessos de banda larga como variável dependente e somente a porcentagem da população por UF habitando cidades com densidades demográficas maiores ou iguais a 20 ou 50.

Não foram obtidos resultados que permitissem identificar de forma razoável a relação entre estas duas variáveis.

Isso traz a necessidade de se estudar formas de obter outros indicadores de concentração populacional que culminem em resultados coerentes com a expectativa de que quanto maior a concentração populacional, maior a penetração do serviço de acesso à internet em banda larga. Outro aspecto também é que, ao longo do tempo, a parcela da população vivendo em cidades com pelo menos 50 mil habitantes não tem uma variação muito grande, ao passo que a penetração do serviço é crescente. Assim na prática a variável tem o efeito de agir como uma quase constante na regressão.

A expectativa inicial de se ter sinal positivo para este coeficiente se deve a uma questão de economia de escala. As prestadoras de serviços de telecomunicações têm preferência em operar em localidades com maior concentração populacional, onde há melhor relação custo/benefício na implantação das redes de acesso. Cidades menores tendem a ficar distantes dos grandes centros urbanos e o custo de levar infraestrutura de telecomunicações até elas é mais elevado para atender uma quantidade de usuários menor. Isto aumenta o valor a ser investido por usuário pelas operadoras. Pode-se argumentar também que em cidades menores as possibilidades de atividades econômicas são reduzidas e a renda *per capita* nestas localidades é menor. Assim o custo do serviço de banda larga iria consumir proporcionalmente uma parcela maior da renda da população em cidades menores do que em grandes centros, o que seria mais um inibidor na difusão deste serviço nestas localidades.

#### Equação de oferta agregada

1) *PREÇO<sub>i</sub>*: O coeficiente relativo ao preço  $\beta_{02}$  variou entre 0,196008 e 0,242041, ou seja, cada 1 p.p. de aumento do preço levaria a um aumento entre 0,196 p.p. e 0,242 p.p. nos investimentos das prestadoras em suas redes de banda larga. Isto também está coerente com a expectativa. Esse aumento de preço refere-se ao preço praticado no mercado e não ao preço ofertado por uma empresa individualmente. Isso reforça a noção de que à medida que os preços praticados no mercado aumentam, sinalizam para possíveis competidores que aquele mercado tem potencial de oferta de lucros. Como é necessário investir na implantação de redes de comunicação para poder ofertar o serviço aos potenciais clientes, o nível de investimento geral aumenta no mercado analisado. Uma coisa acaba levando a outra, o aumento de preço atrai investimentos. Comparando os valores do coeficiente  $\beta_{01}$  com os de  $\beta_{02}$ , na tabela A.1, vê-se que o aumento da receita operacional bruta das prestadoras tem o potencial de aumentar os investimentos em banda larga cerca de quatro vezes mais que o aumento dos preços praticados no mercado.

2) *ROB\_SCM<sub>i</sub>*: O coeficiente resultou positivo, atendendo às expectativas, valor  $\beta_{01}$  variando entre 0,736613 e 0,900425. Assim para cada 1 p.p. de aumento da receita operacional bruta, haveria um aumento de cerca de 0,74 p.p. a 0,9 p.p. nos investimentos feitos pelas prestadoras. Na tabela C.1, percebe-se que, historicamente, os investimentos das prestadoras do serviço de banda larga têm ficado acima de 20% da receita operacional bruta.

Como já foi discutido na subseção 4.3, o uso da receita operacional como variável explicativa para o investimento das prestadoras em banda larga foi uma aproximação, ainda que limitada, para o lucro que estas empresas obteriam com a

exploração do serviço. A ideia é que a receita operacional bruta explicaria, em parte, mas não de forma tão completa como lucro, a motivação das empresas de ampliar os investimentos no setor. O conceito é o de que à medida que as empresas percebem o aumento de suas receitas operacionais, são induzidas a ampliar suas capacidades de oferta do serviço para em seguida ampliar suas receitas. Embora seja uma simplificação, os valores dos coeficientes desta variável se mostraram consistentes com o esperado em todos os modelos analisados.

Equação de produção agregada da infraestrutura de banda larga

1)  $INVEST\_SCM_i$ : O coeficiente  $\beta_{PBL1}$  variou muito pouco entre 0,075943 e 0,080341, indicando que para cada 1 p.p. de aumento de investimento pelas prestadoras, haveria aumento de cerca de 0,08 p.p. na densidade de acessos de banda larga. O resultado ficou inferior ao encontrado por Koutroumpis (2009) que variou entre -0,087 e 0,522. Este valor pequeno dá a impressão de que o aumento da demanda por banda larga tem um impacto maior no aumento dos investimentos que o contrário. No gráfico C.1, vê-se que o crescimento da densidade de acessos de banda larga tem sido superior a 30% a.a. Não há nenhum indicador econômico que cresça na mesma proporção. Pode-se tentar explicar o aumento no número de acessos causado bem mais pelo interesse do público do que como sendo decorrente dos esforços de investimento das prestadoras de serviços de telecomunicações.

## 5.2 PIB PER CAPITA: MODELOS 2, 4 E 6

Os resultados das regressões estão no apêndice A (tabelas A.1 e A.2).

O modelo original proposto por Koutroumpis (2009) se presta a avaliar o impacto do aumento da densidade de acessos por habitante do serviço de banda larga sobre o PIB. Para analisar o impacto sobre o *PIB per capita* e poder comparar com o resultado obtido no estudo de Qiang, Rossotto e Kimura (2009, p. 45), foram criados os modelos 2, 4 e 6, cuja única diferença em relação aos modelos 1, 3 e 5 é a utilização do *PIB per capita* em vez do PIB como variável dependente equação de produção.

O resultado da regressão apresentou o valor de  $\beta_{p3}$  variando entre 0,196172 e 0,358985, indicando que, segundo o modelo, para cada aumento de 1 p.p. na densidade de acessos de banda larga, haveria um aumento do *PIB per capita*, variando entre 0,196 p.p. e 0,359 p.p. No estudo de Qiang, Rossotto e Kimura (2009, p. 44), o impacto encontrado foi maior, sendo identificado um aumento de 0,138 p.p. de aumento do *PIB per capita* para cada 1 p.p. de aumento de densidade de acessos de banda larga para países em desenvolvimento.

Assim, os modelos 2, 4 e 6 indicam um impacto do aumento da penetração de banda larga sobre o aumento do *PIB per capita* cerca de 1,4 a 2,6 vezes mais que o estudo do Banco Mundial. Fazendo a mesma análise do caso do crescimento sobre o PIB, na subseção 5.1, utilizando dados da tabela C.1, que mostra um crescimento de cerca de 30%, de 2007 para 2008, da densidade de acessos de banda larga por mil habitantes, isso resultaria em aumento de *PIB per capita* de cerca de 5,88 a 10,77 p.p. em apenas um ano. Comparando os dados de *PIB per capita* da tabela C.1, tomando por base 2007, este variou entre 2007 e 2008 cerca de 5,8%. Ou seja, segundo o modelo, apenas o aumento da densidade de acessos de banda larga já seria suficiente

para prover todo o crescimento do PIB *per capita*, o que naturalmente na prática não corresponde à realidade dada a diversidade de atividades econômicas presentes no país. Isso reforça a necessidade de estudos mais detalhados para se tentar quantificar de maneira mais fiel à realidade o quanto a melhora dos indicadores de difusão de banda larga contribui para a economia. Talvez seja essa uma das vantagens do trabalho de Qiang, Rossotto e Kimura (2009), pois utilizou dados de cerca de 120 países, que permitem diversificar os resultados e diminuir a chance de obter valores irrealistas. Talvez dentre as explicações para se ter obtido valores tão elevados do impacto sobre o PIB *per capita* do aumento da penetração de banda larga, além obviamente da falta de alguns dados que levaram à necessidade de se fazer estimativas como mencionado ao longo do trabalho, esteja o fato de que a penetração do serviço é muito baixa no Brasil. Na tabela C1, ao final de 2008, a penetração era de 59,1 acessos por mil habitantes (ou penetração de 5,91% da população). Assim partindo-se de uma base de usuários muito pequena, fica relativamente mais fácil obter altas taxas de crescimento do número de usuários. Como discutido na subseção 5.1, no período de 2001 a 2008, o crescimento anual da taxa constante da densidade de acessos de banda larga foi de cerca de 74,1%, que é bastante elevado, mas coerente com o fato de se ter partido de uma base de usuários bastante pequena.

De qualquer maneira, um dos objetivos deste trabalho foi o de trazer o tema para discussão, no caso do Brasil, de qual seria o impacto econômico do crescimento da densidade de acessos de banda larga e tentar apresentar informações que sejam úteis na condução de estudos futuros sobre o tema.

Analisando individualmente cada equação do modelo:

Equação de produção agregada

Com a inclusão da variável preço, houve melhoria na qualidade do modelo, com o  $R^2$  passando do mínimo de 0,392113 ao máximo de 0,465085. Apesar disso, o  $R^2$  ficou abaixo do desejado.

1)  $INVEST\_SCM_i$ : O coeficiente  $\beta_{p1}$  variou entre 0,293828 e 0,325957, ficando próximo aos valores encontrados para os modelos do PIB 1, 3 e 5. Ou seja, esta variável apresentou boa consistência em todos os modelos, indicando que o aumento dos investimentos das prestadoras do serviço de banda larga traz efeitos positivos sobre o PIB e o PIB *per capita*.

2)  $POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST_i$ : O coeficiente  $\beta_{p2}$  variou entre 0,092917 e 0,143229, sendo reduzido em cerca de 10 vezes em relação aos mesmos coeficientes dos modelos 1, 3 e 5. Apesar disso, seu valor positivo está de acordo com a expectativa de que o aumento de capital humano reflita positivamente sobre os indicadores econômicos.

3)  $DENS\_B\_LARG_i$ : O coeficiente  $\beta_{p3}$ , referente ao impacto do crescimento da penetração, já foi analisado na introdução desta seção.

Equação de demanda agregada

1)  $PIB\_PER\_CAPTA_i$ : Quanto à variável PIB *per capita*, ela apresentou um coeficiente com valores positivos de  $\beta_{d1}$  variando entre 0,491041 e 2,107235. Da mesma forma que o ocorrido nos modelos 1, 3 e 5, o peso do PIB *per capita* sobre o

aumento da demanda por banda larga aumentou com a introdução da variável preço. Como já foi comentado, os fatores de maior peso no aumento da demanda pelo serviço de banda larga estão relacionados com a riqueza ou poder de compra da população. Este fator fica expresso de duas formas na equação: se o PIB *per capita* aumenta, indica, indiretamente, um aumento da riqueza e conseqüentemente do poder de compra da população, por isso seu peso relativo elevado; por outro lado a redução do preço leva a um aumento relativo do poder de compra, por isso o aumento da demanda.

2) *PORCENT\_ESCOL<sub>i</sub>*: No modelo 2, esta variável apresentou comportamento dentro do esperado, com coeficientes positivos de  $\beta_{D2} = 0.152921$  (GMM) ou  $\beta_{D2} = 0.163770$ . Essa relação positiva esperada entre aumento de escolaridade e aumento da demanda segue a mesma explicação dada na subseção 5.1, ou seja, quanto maior o nível educacional maior o valor atribuído aos benefícios trazidos pela banda larga e maior sua demanda.

Da mesma forma que o observado nos modelos 3 e 5, a introdução da variável preço alterou os pesos relativos das variáveis quanto aos seus níveis de influência sobre a demanda. No modelo 1 a escolaridade já tinha um peso de cerca de três e seis vezes menor que a riqueza (PIB *per capita*). Ao introduzir a variável preço, que tem o maior peso sobre a demanda, essa diminuição relativa da importância da escolaridade ficou mais evidenciada ainda com seus coeficientes ficando em valores quase residuais, próximos de zero. Isso talvez explique a mudança inesperada do sinal, passando para negativo.

3) *POP\_ACIMA\_50K<sub>i</sub>*: Esta variável em nenhum dos modelos teve o comportamento esperado (sinal positivo). Talvez seja por falta de especificação adequada do indicador de concentração demográfica, como discutido na subseção 5.1.

4) *PREÇO<sub>i</sub>*: O coeficiente  $\beta_{D4}$  variou entre  $-1.924691$  e  $-2.154784$ , indicando que para cada 1 p.p. de aumento do preço, a demanda (densidade de acessos) cairia entre 1,92 p.p. e 2,15 p.p. Da mesma forma que nos modelos 3 e 5, o preço é a variável com maior poder de influência sobre a demanda por banda larga.

Equação de oferta agregada

1) *PREÇO<sub>i</sub>*: O coeficiente relativo ao preço  $\beta_{O2}$  variou entre 0,197184 e 0,209888, mantendo a mesma consistência dos modelos 3 e 5 e também o peso relativo, quatro vezes menor, aproximadamente, que o poder de influência da receita operacional das prestadoras de banda larga sobre o aumento dos investimentos no setor.

2) *ROB\_SCM<sub>i</sub>*: O coeficiente resultou positivo, atendendo às expectativas. O valor  $\beta_{O1}$  variou entre 0,739 e 0,899781, mantendo a consistência em todos os modelos, de 1 a 6, mostrando que o aumento da receita operacional das prestadoras de banda larga influencia expressivamente o aumento dos investimentos.

Equação de produção agregada da infraestrutura de banda larga

1) *INVEST\_SCM<sub>i</sub>*: O coeficiente  $\beta_{PBL1}$  variou muito pouco, de 0,074961 a 0,080426. Em todos os modelos, o coeficiente ficou sempre próximo de 0,08,

indicando que cada 1 p.p. de aumento no investimento resultaria em cerca de 0,08 p.p. de aumento da densidade de acessos no ano seguinte.

## 6 CONCLUSÕES

Através da análise via sistema de equações simultâneas de oferta e demanda com variáveis endógenas, foram obtidos resultados que vão ao encontro de diversos estudos realizados, mencionados anteriormente, que encontraram um relacionamento positivo entre o aumento da penetração do serviço de acesso à internet em banda larga e indicadores econômicos relativos ao PIB e ao PIB *per capita*. Foram encontrados valores que indicam que o aumento de 1 p.p. da densidade de acessos de banda larga por mil habitantes estaria relacionado com o crescimento do PIB entre 0,037 p.p. e 0,178 p.p. e com o crescimento do PIB *per capita* entre 0,196 p.p. e 0,359 p.p.

Apesar disso, os resultados numéricos encontrados nesta parte do trabalho acabaram por indicar um impacto econômico bem maior da difusão de banda larga sobre a economia do que em outros estudos similares. Isso reforça a necessidade de se aprofundarem os estudos dessa natureza, para o caso do Brasil, para se quantificar melhor o benefício econômico trazido pelo maior acesso da população ao serviço de banda larga. Há limitações do estudo devido à falta de alguns dados importantes, como as densidades de acessos de banda larga desagregados por UF entre 2000 e 2006 e dos preços do serviço de banda larga. Isso levou à necessidade de se estimar estes dados, introduzindo assim fatores adicionais de imprecisão. O que leva à necessidade de se observar com cautela os resultados apresentados.

Como os dados referentes ao número de acessos de banda larga desagregados ao nível de município só estão disponíveis a partir de 2007, à medida que esta série histórica conte com maior número de dados, uma possibilidade de estudos futuros poderia ser feita incluindo-se os dados de PIB municipal periodicamente divulgados pelo IBGE. Como as séries históricas com os dados necessários ao estudo, em particular da densidade de acessos de banda larga por habitante, são muito recentes e contam com quantidades reduzidas de amostras e sobretudo só estão disponíveis em forma consolidada, para o país inteiro, para iniciar o trabalho foi necessário tomar algumas providências para completar a série de dados.

Outro aspecto que ficou evidenciado no estudo é que o fator de maior poder de influenciar no aumento ou na diminuição da penetração do serviço de banda larga é o seu preço. Foram encontrados valores de elasticidade preço-demanda variando entre  $-1,92$  e  $-2,15$ , confirmando os dados de outros estudos que indicam ser este um produto altamente sensível às variações de preço. Isso é relevante para sinalizar que qualquer política pública que venha a ser implementada para aumentar a difusão do serviço de banda larga no Brasil não pode ignorar este aspecto relativo aos preços praticados. O objetivo deste estudo foi trazer para discussão, no caso do Brasil, qual seria o impacto sobre a economia decorrente do aumento da penetração dos acessos à internet em banda larga e possivelmente servir de contribuição a futuros estudos na área.

## REFERÊNCIAS

- ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações. *Balanço 2001 – Incluindo os Excluídos*, jan. 2002.
- \_\_\_\_\_. *Relatório de Acompanhamento do Paste – Perspectivas para Ampliação e Modernização do Setor de Telecomunicações*, 2003.
- \_\_\_\_\_. *Balanço 2003*, 2004. \_\_\_\_\_. *Anatel aprova solução para rede municipal sem fio*, 2007. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalRedireciona.do?codigoDocumento=140334>. Acessado em: 04 fev. 2010.
- \_\_\_\_\_. *Anatel participa de lançamento do programa Banda Larga nas Escolas*, 2008. Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalNoticias.do?acao=carregaNoticia&codigo=15793>. Acessado em: 04 fev. 2010.
- \_\_\_\_\_. *Relatório Anual 2008*, 2009a. Disponível em: [http://www.anatel.gov.br/hotsites/relatorio\\_anual\\_2008/abrir.htm](http://www.anatel.gov.br/hotsites/relatorio_anual_2008/abrir.htm)
- \_\_\_\_\_. *Relatório de Acompanhamento do Setor de Telecomunicações*, 2009b.
- \_\_\_\_\_. SICI. *Base de dados* parcialmente disponível em: <http://sistemas.anatel.gov.br/SICI/Relatorios/IndicadorDesempenhoPresenteMunicipio/tela.asp>
- ARN – Agência Roraimense de Notícias. *Banda Larga – OI lança serviço nesta quinta-feira*. Disponível em: [http://www.portal.rr.gov.br/arn/index.php?option=com\\_content&task=view&id=3700&Itemid=53](http://www.portal.rr.gov.br/arn/index.php?option=com_content&task=view&id=3700&Itemid=53). Acessado em: 02 fev. 2010
- ÁVILA, F. de S. *Banda larga no Brasil: uma análise da elasticidade preço-demanda com base em microdados*. Monografia de Graduação do curso de Economia da Universidade de Brasília. Orientadora: Professora Doutora Maria Eduarda Tannuri-Pianto, UnB, 2008. 54p.
- BENKLER, Y. *Next generation connectivity: a review of broadband Internet transitions and policy from around the world*. The Berkman Center for Internet & Society at Harvard University, Oct. 2009. Disponível em: [http://www.fcc.gov/stage/pdf/\\_Berkman\\_Center\\_Broadband\\_Study\\_13Oct09.pdf](http://www.fcc.gov/stage/pdf/_Berkman_Center_Broadband_Study_13Oct09.pdf)
- BOHMAN, H. income distribution and the diffusion of networks: an empirical study of Brazilian telecommunications. *Telecommunications Policy*, Elsevier, v. 32, n. 9 e 10, p. 600-614, Oct./Nov. 2008.
- BROWN, J. S.; LEE, S. Examining broadband adoption factors: an empirical analysis between countries. *The Journal of Policy, Regulation and Strategy for Telecommunications, Information and Media*, Emerald Group Publishing Limited, v. 10, n. 1, p. 25-39, 2008a
- \_\_\_\_\_. *The diffusion of fixed broadband: an empirical analysis*. NET Institute, Sep. 2008b (Working Paper). Disponível em: [http://www.netinst.org/Lee\\_Brown\\_08-19.pdf](http://www.netinst.org/Lee_Brown_08-19.pdf)
- CETIC – Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação. *Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no Brasil – 2005 a 2008*. Disponível em: <http://www.cetic.br/usuarios/index.htm>. Acessado em: 26 jan. 2010.
- CISCO. *Barômetro Cisco de Banda Larga*. Disponível em: <http://www.cisco.com/web/BR/barometro/barometro.html>. Acessado em: 20 dez. 2009.

CRANDALL, R.; LEHR, W.; LITAN, R. The effects of broadband deployment on output and employment: a cross-sectional analysis of U.S. data. *Issues in Economic Policy*, Brookings Institution, n. 6, July 2007. Disponível em: <[http://www.brookings.edu/~media/Files/rc/papers/2007/06labor\\_crandall/06labor\\_crandall.pdf](http://www.brookings.edu/~media/Files/rc/papers/2007/06labor_crandall/06labor_crandall.pdf)>

DATTA, A.; AGARWAL, S. Telecommunications and economic growth: a panel data approach. *Applied Economics*, Routledge, v. 36, n. 15, p. 1649-1654, Aug. 2004.

EBC – Empresa Brasil de Comunicações. *Parceria levará internet banda larga a 56 mil escolas públicas até 2010*. Agência Brasil. Disponível em: <http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2008/04/07/materia.2008-04-07.3055799025/view>. Acessado em: 04 fev. 2010.

FCC – Federal Communications Commission. *Instructions for local telephone competition and broadband reporting form (FCC form 477)*, 2009. Disponível em: <http://www.fcc.gov/Forms/Form477/477inst.pdf>. Acessado em: 31 dez. 2009a.

\_\_\_\_\_. *FCC Launches development of National Broadband Plan..* Disponível em: <[http://www.fcc.gov/Daily\\_Releases/Daily\\_Digest/2009/dd090409.html](http://www.fcc.gov/Daily_Releases/Daily_Digest/2009/dd090409.html)>; <[http://hraunfoss.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/DOC-289900A1.pdf](http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-289900A1.pdf)>. Acessado em: 04 fev. 2009b.

GENTZOGLANIS, A.; ARAVANTINOS, E. forecast models of broadband diffusion and other information technologies. Stevens Institute of Technology, *Communications & Strategies*, Special Issue, p. 73-98, Nov. 2008. Disponível em: <[http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1374406](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1374406)>

GUEDES, E. M.; PASQUAL, D. de; PITOLI, A.; OLIVA, B. *Avaliação dos impactos da cisão das operações de STFC e SCM em empresas distintas*. Tendências Consultoria Integrada, jul. 2008 (Nota Técnica). Disponível em: <http://www.anatel.gov.br/Portal/exibirPortalRedireciona.do?codigoDocumento=216640>. Acessado em: 27 jan. 2010.

HIRSCHMAN, A. O. The paternity of an index. *The American Economic Review*, American Economic Association, v. 54, n. 5, p. 761, Set. 1964.

HOLT, L.; JAMISON, M. *Broadband and contributions to economic growth: lessons from the U.S. experience*. Conference on Telecommunications Infrastructure and Economic Performance, Paris, 16-17, Oct. 2008. Disponível em: <<http://www.tprcweb.com/archive/29.html>>; <[http://www.cba.ufl.edu/purc/purcdocs/papers/0815\\_Holt\\_Broadband\\_and\\_Contributions.pdf](http://www.cba.ufl.edu/purc/purcdocs/papers/0815_Holt_Broadband_and_Contributions.pdf)>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Base de dados com o PIB dos Municípios no Ano de 2007*. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Pib\\_Municipios/2003\\_2007](ftp://ftp.ibge.gov.br/Pib_Municipios/2003_2007)>

\_\_\_\_\_. PNAD – *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2001*. IBGE, 2001 a 2008.

\_\_\_\_\_. Sidra – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Percentual do investimento total em relação ao PIB por nível de ensino*. Disponível em: <[http://www.inep.gov.br/estatisticas/gastoseducao/indicadores\\_financeiros/P.T.I.\\_nivel\\_ensino.htm](http://www.inep.gov.br/estatisticas/gastoseducao/indicadores_financeiros/P.T.I._nivel_ensino.htm)>

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Base de dados do Ipeadata*. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>

ITU. *ITU World Information Society Report 2006*. ITU, 2006. Disponível em: <<http://www.itu.int/osg/spu/publications/worldinformationsociety/2006/wisr-web.pdf>>

\_\_\_\_\_. *Indicators and Definitions (ITU 2007)*, ITU, 2007, p. 3. Disponível em: <[http://www.itu.int/ITU-D/ict/material/IndDef\\_e\\_v2007.pdf](http://www.itu.int/ITU-D/ict/material/IndDef_e_v2007.pdf)>

JAPUR, L. F. de S. *Barreiras de adoção de internet banda larga em pequenas empresas*. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-23042007-104121/publico/DissertLeonardo.pdf>. Acessado em: 12 nov. 2009.

KATZ, R. L. Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America. In: ACORN-REDECOM CONFERENCE, 3., 2009, Cidade do México. *Proceedings...* Cidade do México, 22 e 23, maio 2009. Disponível em: <<http://www.acorn-redecom.org/papers/RaulKatz.pdf>>

KOUTROUMPIS, P. The Economic impact of broadband on growth: a simultaneous approach. *Telecommunications Policy*, Elsevier, n. 33, p. 471-485, Oct. 2009.

KOUTSKY, T. M.; FORD, G. S. Broadband and economic development: a municipal case study from Florida. *Review of Urban & Regional Development Studies, Journal of the Applied Regional Science Conference*, Wiley-Blackwell, v. 17, n. 3, p. 219-229, 2005.

LEE, S. Y. T.; GHOLAMI, R.; TONG, T. Y. T. Time series analysis in the assessment of ICT impact at the aggregate level – lessons and implications for the new economy. *Information & Management*, Elsevier B.V., n. 42, p. 1009 a 1022, 2005.

MATTOS, F. A. M.; SANTOS, B. D. D. R; SILVA, L. M. O. Evolução de alguns indicadores de inclusão digital no Brasil nos primeiros anos do século XXI. *Revista de Economía Política de las Tecnologías de la Información y Comunicación*, v. XI, n. 2, maio/ago. 2009. Disponível em: <<http://www.eptic.com.br/arquivos/Revistas/vol.XI,n2,2009/05-FernandoMattosBrunaSantosLuizSilva.pdf>>

MC – Ministério das Comunicações. *Investimento em Serviços de Telecomunicações*, 2005. Disponível em: <<http://www.mc.gov.br/wp-content/uploads/telecomunicacoes/evolucao/Investimentos-em-servicos-de-Telecomunicacoes--Tabela-VII.pdf>>

\_\_\_\_\_. *Um plano nacional para banda larga*, 2009. Disponível em:

<<http://www.mc.gov.br/wp-content/uploads/2009/11/o-brasil-em-alta-velocidade1.pdf>>

MYCT – Ministério de Industria, Turismo Y Comercio. La banda ancha de un mega formará parte del servicio universal en 2011. Disponível em: <<http://www.mityc.es/es-ES/GabinetePrensa/NotasPrensa/Paginas/ficod09171109.aspx>>; <http://www.mityc.es/es-es/gabineteprensa/notasprensa/documents/np%20inauguraci%C3%B3n%20ficod%2017%201%202009.pdf>>. Acessado em: 04 fev. 2009.

NAKABASHI, L.; FIGUEIREDO, L. Capital Humano: uma nova *proxy* para incluir aspectos qualitativos. *Revista de Economia*, v. 34, n. 1 (ano 32), p. 7-24, UFPR, jan./abr. 2008a. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/economia/article/view/5981/8036>>

\_\_\_\_\_. Mensurando os impactos diretos e indiretos do capital humano sobre o crescimento. *Revista de Economia Aplicada*, São Paulo: USP, v. 12, n. 1, p. 151-171, jan./mar. 2008b. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ecoa/v12n1/v12n1a07.pdf>>

NELSON, R. R.; PHELPS, E. S. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American Economic Review*, American Economic Association, v. 56, n. 1-2, p. 69-75, Mar. 1966.

NERI, M. C. *Mapa da exclusão digital*. Rio de Janeiro: FGV/Ibre, CPS, 2003. 143p. Disponível em: <[http://www2.fgv.br/ibre/cps/mapa\\_exclusao/apresentacao/apresentacao.htm](http://www2.fgv.br/ibre/cps/mapa_exclusao/apresentacao/apresentacao.htm)>

QIANG, C. Z. W.; ROSSOTTO, C. M.; KIMURA, K. Economic impacts of broadband. *In: ICAD2009 – INFORMATION AND COMMUNICATIONS FOR DEVELOPMENT. Extending Reach and Increasing Impact*, Washington, DC: The World Bank, p. 35 a 50, Cap. 3, 2009. Disponível parcialmente em: <<http://go.worldbank.org/NATLOH7HV0>>

RÖLLER, L. H.; WAVERMAN, L. Telecommunications infrastructure and economic development: a simultaneous approach. *The American Economic Review*, American Economic Association, v. 91, n. 4, p. 909-923, Sep. 2001.

THOMPSON, H. G.; GARBACZ, C. Broadband impacts on state GDP: direct and indirect impacts. *In: BIENNIAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL TELECOMMUNICATIONS SOCIETY (ITS)*, 17., Montreal, 24-27, June 2008. Disponível em: <<http://www.imaginar.org/its2008/62.pdf>>

WOHLERS, M. de A.; ABDALA, R. F. de S.; KUBOTA, J. M. de O. L. C. Banda larga no Brasil – por que ainda não decolamos? *Radar – Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, n. 5, p. 9-15, Ipea, dez. 2009. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/pdf/091221\\_radar.pdf](http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/pdf/091221_radar.pdf). Acessado em: 26 jan. 2010.

# APÊNDICE A

## RESULTADOS DA REGRESSÃO

### A.1 Modelos 1, 3 E 5: PIB

Amostra: 2000 a 2008 (nove amostras). Observações incluídas: 243.

TABELA A.1  
Coeficientes obtidos para os modelos 1, 3 e 5: de equações simultâneas para regressão por meio dos métodos GMM e 3SLS

Variáveis dependentes	Coeficientes	Modelo 1		Modelo 3		Modelo 5	
		GMM	3SLS	GMM	3SLS	GMM	3SLS
Produção agregada (PIB)							
<i>INVEST_SCM<sub>t</sub></i>	$\beta_{p1}$	0.383565 (48.77759)	0.378784 (25.95549)	0.385558 (53.84778)	0.389824 (29.16186)	0.381236 (51.37926)	0.395118 (29.69065)
<i>POP_15_AN_8_AN_EST<sub>t</sub></i>	$\beta_{p2}$	1.101109 (87.51841)	1.099498 (48.09369)	1.104650 (96.65648)	1.095793 (52.26469)	1.115405 (92.06941)	1.087112 (52.13084)
<i>DENS_B_LARG<sub>t</sub></i>	$\beta_{p3}$	0.129628 (7.630607)	0.178103 (8.566242)	0.093298 (6.458711)	0.101872 (5.507194)	0.036686 ** (2.165124)	0.106588 (5.7585)
Demanda agregada (densidade de banda larga)							
<i>PIB_PER_CAPTA<sub>t</sub></i>	$\beta_{d1}$	1.131797 (7.229234)	0.790250 (5.839110)	1.715106 (20.30999)	1.588338 (18.61042)	1.450728 (42.89475)	1.244665 (46.82522)
<i>PORCENT_ESCOL<sub>t</sub></i>	$\beta_{d2}$	0.146706 (16.70704)	0.149238 (16.44124)	-0.030178 (-4.54837)	-0.022577 (-2.56082)	-	-
<i>POP_ACIMA_50K<sub>t</sub></i>	$\beta_{d3}$	-3.378765 (-11.5483)	-2.634856 (-9.70249)	-0.35385 ** (-2.18105)	-0.449115 (-2.46996)	-	-
<i>PREÇO<sub>t</sub></i>	$\beta_{d4}$	-	-	-2.121265 (-29.74545)	-1.878168 (-22.7648)	-2.124769 (-38.10713)	-1.790216 (-39.88904)
Oferta agregada (investimento em banda larga)							
Constante (intercepto)	$\beta_{o1}$	4.765104 (9.646397)	3.581348 (7.825244)	-	-	-	-
<i>ROB_SCM<sub>t</sub></i>	$\beta_{o1}$	0.736613 (34.37410)	0.788126 (39.73486)	0.891638 (315.8191)	0.899462 (224.0031)	0.890372 (284.6416)	0.900425 (224.0982)
<i>PREÇO<sub>t</sub></i>	$\beta_{o2}$	-	-	0.238793 (19.22302)	0.200119 (11.07083)	0.242041 (17.57958)	0.196008 (10.83335)
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)							
<i>INVEST_SCM<sub>t</sub></i>	$\beta_{p21}$	0.078998 (33.39030)	0.080341 (30.18931)	0.075943 (40.86520)	0.079456 (29.88415)	0.077895 (38.00438)	0.079341 (29.84321)
$R^2$							
Produção agregada (PIB)		0.943832	0.939847	0.944006	0.944661	0.940121	0.94465
Demanda agregada (densidade de banda larga)		0.639641	0.651801	0.853919	0.873140	0.813588	0.865128
Oferta agregada (investimento em banda larga)		0.853728	0.855864	0.839408	0.852352	0.840702	0.852989
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)		-0.046540	-0.045256	-0.059952	-0.045785	-0.049700	-0.045944

Fonte: Elaboração dos autores a partir dos resultados das estimações.

Notas: Valores entre parênteses: estatística t.

Todos os coeficientes com significância abaixo de 1%; exceções: \*\* significância até 5%. Os resultados foram obtidos com o uso do programa Eviews.

Variáveis instrumentais utilizadas nos métodos GMM e 3SLS:

Modelo 1: *POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST*, *PIB\_PER\_CAPITA*, *PORCENT\_ESCOL*, *POP\_ACIMA\_50K* e *ROB\_SCM*.

Modelo 3: *POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST*, *PIB\_PER\_CAPITA*, *PORCENT\_ESCOL*, *POP\_ACIMA\_50K*, *ROB\_SCM* e *PREÇO*.

Modelo 5: *POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST*, *ROB\_SCM*, *PIB\_PER\_CAPITA* e *PREÇO*.

## A.2 MODELOS 2, 4 E 6: PIB *PER CAPITA*

Amostra: 2000 a 2008 (nove amostras). Observações incluídas: 243.

TABELA A.2

**Coefficientes obtidos para os modelos 2, 4 e 6 e de equações simultâneas para regressão por meio dos métodos GMM e 3SLS**

Variáveis dependentes	Nomes dos coeficientes	Modelo 2		Modelo 4		Modelo 6	
		GMM	3SLS	GMM	GMM	3SLS	GMM
Produção agregada (PIB <i>per capita</i> )							
<i>INVEST_SCM<sub>t</sub></i>	$\beta_{p1}$	0.302883 (23.20087)	0.318085 (16.77795)	0.293828 (23.15805)	0.312858 (16.51697)	0.308323 (27.46548)	0.325957 (18.83110)
<i>POP_15_AN_8_AN_EST<sub>t</sub></i>	$\beta_{p2}$	0.122678 (6.003616)	0.092917 (3.146746)	0.143229 (7.202076)	0.119455 (4.02828)	0.134284 (7.525532)	0.105471 (3.882201)
<i>DENS_B_LARG<sub>t</sub></i>	$\beta_{p3}$	0.319474 (13.62831)	0.358985 (12.56729)	0.258205 (12.90077)	0.236829 (9.395675)	0.196172 (8.390845)	0.201698 (7.982342)
Demanda agregada (densidade de banda larga)							
<i>PIB_PER_CAPTA<sub>t</sub></i>	$\beta_{d1}$	1.038476 (6.199561)	0.491041 (3.256526)	2.107235 (17.40114)	2.002897 (17.34641)	1.317016 (40.11177)	1.340695 (44.10974)
<i>PORCENT_ESCOL<sub>t</sub></i>	$\beta_{d2}$	0.152921 (17.44293)	0.163770 (17.74390)	-0.056482 (-5.488045)	-0.045079 (-4.170575)	-	-
<i>POP_ACIMA_50K<sub>t</sub></i>	$\beta_{d3}$	-3.227246 (-10.06501)	-2.099068 (17.74390)	-0.962477 (-4.215155)	-0.914991 (-4.266424)	-	-
<i>PREÇO<sub>t</sub></i>	$\beta_{d4}$	-	-	-2.154784 (-22.53137)	-2.073460 (-21.34594)	-1.924691 (-35.50373)	-1.951803 (-38.06898)
Oferta agregada (investimento em banda larga)							
Constante (intercepto)	$\beta_{o0}$	4.707423 (9.372966)	3.254093 (7.024234)	-	-	-	-
<i>ROB_SCM<sub>t</sub></i>	$\beta_{o1}$	0.739000 (33.92087)	0.802348 (39.96307)	0.897883 (276.2327)	0.899781 (222.2763)	0.899321 (255.1476)	0.898347 (221.3510)
<i>PREÇO<sub>t</sub></i>	$\beta_{o2}$	-	-	0.209888 (14.69727)	0.197184 (10.81504)	0.203686 (13.04546)	0.204001 (11.15970)
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)							
<i>INVEST_SCM<sub>t</sub></i>	$\beta_{p21}$	0.079054 (33.27571)	0.080309 (30.17706)	0.074961 (39.41712)	0.080426 (30.22183)	0.078818 (38.45048)	0.080230 (30.15492)
<i>R<sup>2</sup></i>							
Produção agregada (PIB <i>per capita</i> )		0.422855	0.392113	0.449629	0.465085	0.456094	0.462868
Demanda agregada (densidade de banda larga)		0.640543	0.641743	0.846520	0.855589	0.852274	0.84942
Oferta agregada (investimento em banda larga)		0.853899	0.855108	0.848238	0.853216	0.849186	0.85188
Produção agregada da infraestrutura de banda larga (variação da penetração de banda larga)		-0.046431	-0.045254	-0.067359	-0.045269	-0.046927	-0.045255

Fonte: Elaboração dos autores a partir dos resultados das estimações.

Notas: Nível de significância abaixo de 1% para todos os coeficientes.

Os resultados foram obtidos com o uso do programa Eviews.

Variáveis instrumentais utilizadas nos métodos GMM e 3SLS:

Modelo 2: *POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST*, *PORCENT\_ESCOL*, *POP\_ACIMA\_50K* e *ROB\_SCM*.

Modelo 4: *POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST*, *PORCENT\_ESCOL*, *POP\_ACIMA\_50K*, *ROB\_SCM* e *PREÇO*.

Modelo 6: *POP\_15\_AN\_8\_AN\_EST*, *ROB\_SCM* e *PREÇO*.

## APÊNDICE B

### ESTIMATIVA DA DISTRIBUIÇÃO DOS ACESSOS DE BANDA LARGA POR UF ENTRE OS ANOS DE 2000 E 2006

Os dados referentes ao número de acessos de banda larga só estão disponíveis a partir de 2000 em períodos trimestrais, conforme dados da Anatel/Sici. Até 2007, só estavam disponíveis em forma consolidada para o país inteiro. Somente a partir de 2007, os dados passaram a ser desagregados ao nível de município, permitindo a agregação por UF. Para melhorar os resultados das análises de regressão efetuadas, é importante desagregar as informações ao nível de estado para se ter uma maior quantidade de dados.

O PIB e o PIB *per capita* por UF estão disponibilizados pelo IBGE. Entretanto, os dados mais recentes vão até 2007. Poderiam ser utilizados somente os dados de 2000 a 2007, porém como os poucos dados referentes à densidade de acessos de banda larga desagregados ao nível de estado só estão disponíveis para os anos de 2007 e 2008, se este procedimento fosse adotado, estar-se-ia deixando de utilizar parte importante dos poucos dados disponíveis a esse respeito.

Embora as estimativas feitas aqui para poder completar as séries históricas introduzam erros adicionais aos modelos, são fundamentais para a construção de modelos que permitam ter uma ideia de como se relacionam o PIB e o PIB *per capita* com a difusão da tecnologia de acesso à internet em banda larga. Como a maioria dos estudos sobre o assunto feitos para o Brasil se baseia em dados não oficiais, a tentativa deste trabalho foi a de usar os poucos dados oficiais existentes para se tentar elaborar um modelo de econometria para estudar a relação entre indicadores de desenvolvimento econômico e de difusão de banda larga. Outros métodos poderiam ser utilizados para se fazer estas estimativas e completar as séries históricas, seja fazendo pesquisas junto às prestadoras de serviços de telecomunicações, seja através do uso de outros indicadores medidos pela PNAD, ou outros métodos. Este é um dos tópicos que poderiam servir de objeto a estudos futuros.

A estimativa da distribuição do número de acessos de banda larga por UF, anteriormente à de 2007, foi feita a partir dos dados da PNAD entre 2001 e 2006 referentes aos domicílios que contavam com acesso à internet. Somente a partir de 2001 foram incluídas no questionário da PNAD perguntas sobre a existência de microcomputadores nos domicílios e sobre seu uso para acessar a internet. Com base nestes dados, calculou-se para cada UF qual sua participação percentual na quantidade total de domicílios do país que contavam com acesso à internet.

A hipótese inicial foi que a participação percentual de cada UF no total de acessos de banda larga do país seria aproximadamente igual à participação percentual de cada UF no total de domicílios com acesso à internet (seja por meio de banda larga ou não). Foram calculadas as distribuições dos percentuais por UF, para 2007 e 2008, tanto dos acessos de banda larga como dos domicílios com acesso à internet. Os dados estão na tabela B.1. Os estados que concentram cerca de 90% dos acessos de banda larga estão marcados com um asterisco.

TABELA B.1

**Participação de cada UF na distribuição dos acessos à internet em banda larga e no número de domicílios com acesso à internet, seja em banda larga ou não**

UF	Ano			
	2007		2008	
	A	B	C	D
	Participação por UF do total de acessos de banda larga do país (4º trim. 2007) (%)	Participação por UF do total de domicílios do país com acesso à internet (2007) (%)	Participação por UF do total de acessos de banda larga do país (4º trim. 2008) (%)	Participação por UF do total de domicílios do país com acesso à internet (2008) (%) (PNAD de 2008)
AC	0.333	0.184	0.155	0.224
AL	0.371	0.473	0.357	0.605
AM	0.477	0.608	0.491	0.701
AP	0.036	0.119	0.048	0.107
*BA	2.774	3.576	2.876	4.162
*CE	1.789	1.559	1.641	1.896
*DF	3.860	2.511	4.348	2.471
ES	1.345	2.074	1.577	2.040
*GO	2.467	2.249	2.556	2.366
MA	0.539	0.713	0.519	0.916
*MG	8.320	9.774	9.040	10.372
MS	0.831	1.027	1.213	1.060
MT	0.408	0.959	1.313	1.385
PA	0.975	1.033	0.984	1.161
PB	0.494	0.743	0.620	0.960
*PE	1.731	2.049	1.715	2.160
PI	0.393	0.468	0.397	0.504
*PR	6.984	7.214	7.816	7.366
*RJ	11.151	13.160	11.087	12.774
RN	0.498	0.819	0.536	0.870
RO	0.941	0.488	0.435	0.489
RR	0.023	0.115	0.023	0.118
*RS	7.394	6.808	6.884	6.594
*SC	5.514	4.737	4.434	4.774
SE	0.452	0.586	0.441	0.643
*SP	39.535	35.684	38.151	32.975
TO	0.367	0.270	0.343	0.311

Fontes: A e C, calculadas a partir de dados de Anatel/Sici; B e D, calculadas a partir de dados da PNAD.

Percebe-se por inspeção que a distribuição de domicílios por UF com acesso à internet é bem próxima à distribuição da porcentagem de acessos de banda larga por UF. Para verificar o quão próximo estão estes dois dados, calculou-se o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) entre os dados da PNAD e da Anatel/Sici:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \hat{y}_i - \bar{y} \right)^2}{\sum_{i=1}^n \left( y_i - \bar{y} \right)^2} \quad (1)$$

onde :

$y_i$ : parcela dos acessos totais de banda larga do país que estão no estado  $i$ ;

$\bar{y}$ : média dos valores de  $y$ ; e

$\hat{y}_i$ : valor da parcela dos domicílios totais do país com acesso à internet (seja de banda larga ou não) que estão no estado  $i$ . Este valor é utilizado como aproximação (estimativa) para a parcela de acessos de banda larga naquele estado.

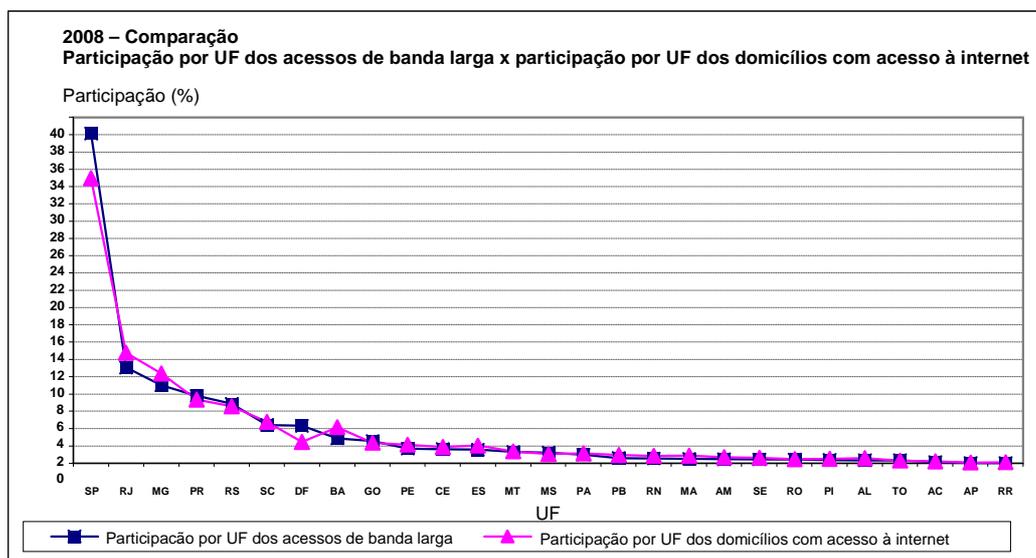
Assim utilizando, diretamente, sem nenhuma transformação, os dados da PNAD referentes às distribuições por estado dos domicílios com acesso à internet como *proxy* para as distribuições de acessos de banda larga por estado, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) fica:

Para o ano de 2007:  $R^2_{2007} = 0,86$ . Para o ano de 2008:  $R^2_{2008} = 0,79$ .

Dessa forma, dada a não disponibilidade de dados oficiais referentes à distribuição dos acessos de banda larga por UF, por ocasião deste estudo e como a comparação para os anos de 2007 e 2008 mostrou uma boa aproximação entre as distribuições de domicílios com internet e acessos de banda larga, então para fins de continuação da análise, para os anos de 2001 a 2006, foi assumido que a distribuição do percentual por UF dos acessos de banda larga seguiu a mesma distribuição percentual dos domicílios com acesso à internet.

GRÁFICO B.1

**Comparação da participação de cada UF no total de acessos de banda larga do país, com a participação de cada UF no total de domicílios do país com acesso à internet, para o ano de 2008**



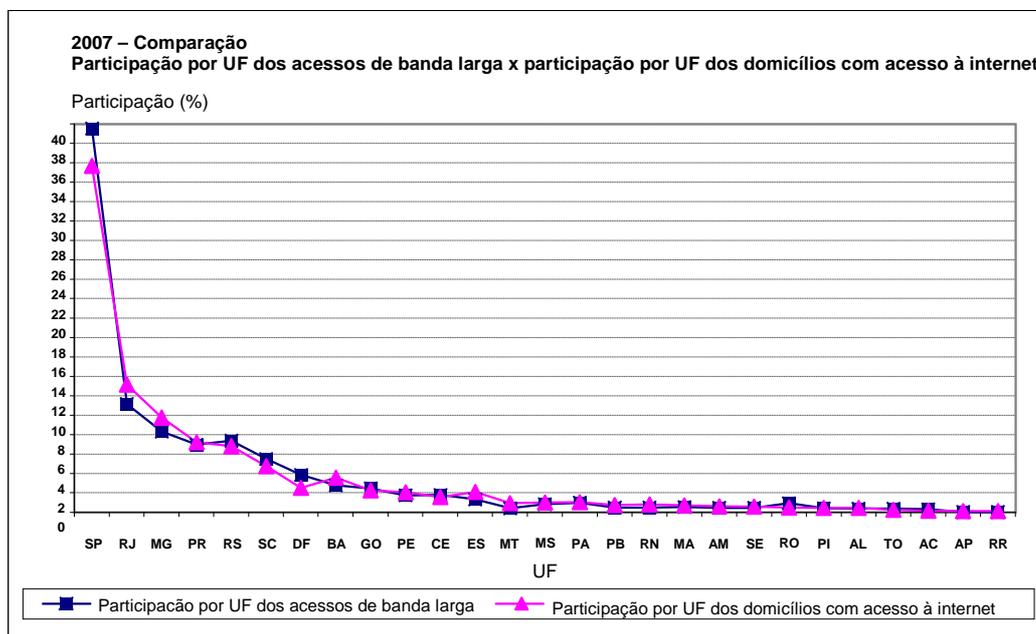
Fontes: Elaborado a partir de dados da PNAD e Anatel/Sici.

Para melhor visualizar que a participação de cada UF no total de acessos de banda larga do país tem comportamento similar à participação de cada UF no total de domicílios do país com acesso à internet, os dados da tabela B.1 foram colocados em gráficos para comparação. Assim nos gráficos B.1 e B.2 fica mais fácil perceber a motivação de se utilizar as participações de cada UF no total de domicílios do país

com acesso à internet como aproximação da participação de cada UF no total de acessos de banda larga do país.

GRÁFICO B.2

**Comparação da participação de cada UF no total de acessos de banda larga do país, com a participação de cada UF no total de domicílios do país com acesso à internet, para o ano de 2007**



Fontes: Elaborado a partir de dados da PNAD e Anatel/Sici.

Observando a tabela B.2, percebe-se uma tendência de desconcentração dos domicílios com acesso à internet. Em 2001, o Estado de São Paulo possuía cerca de 40% do total de domicílios do país com acesso à internet. Em 2008, esse percentual caiu para 32%. Esta tendência foi observada no estudo de Mattos, Santos e Silva (2009), em que foram analisados como alguns indicadores sobre inclusão digital evoluíram, sendo obtidos a partir de dados das PNADs de 2001 e 2004. Este efeito é relatado com maior detalhe na tabela 9, porém com dados de porcentual por UF das pessoas com acesso à internet e não do percentual dos domicílios, e também com relação à difusão de acordo com o nível de renda da população.

Para se estimar o número de acessos de banda larga por UF, os dados do total de acessos do país da tabela B.3 foram distribuídos por UF seguindo-se as participações de cada estado no total de domicílios do país com acesso à internet para os anos de 2000 a 2006. No ano de 2000, foram assumidos como estimativa os mesmos percentuais por UF do ano de 2001, pois no Censo Demográfico de 2000 não foi pesquisado sobre a disponibilidade de microcomputador com acesso à internet nos domicílios. A justificativa é que de um ano para o outro a distribuição dos percentuais por UF quanto à participação do total de domicílios com acesso à internet não sofre mudanças significativas, como pode ser observado na tabela B.2. Esta foi mais uma das simplificações que teve de ser feita para contornar o problema da falta de dados disponíveis para um longo período de tempo.

Para 2007 e 2008, como há dados disponíveis quanto ao número de acessos por município, as participações por UF não tiveram de ser estimadas e foram calculadas a partir dos dados fornecidos pela Anatel/Sici. Os resultados estão na tabela B.3.

TABELA B.2

**Participação de cada UF na porcentagem do total de domicílios do país com acesso à internet (banda larga ou não) entre 2001 e 2008: número de acessos de banda larga por UF e participação por UF do total de acessos em banda larga**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Fonte	PNAD	PNAD	PNAD	PNAD	PNAD	PNAD	Anatel	Anatel	PNAD	Anatel	Anatel	PNAD
Ano	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007	2007	2008	2008	2008
UF	Domicílios com acesso à internet – particip. por UF (2001) (%)	Domicílios com acesso à internet – particip. por UF (2002) (%)	Domicílios com acesso à internet – particip. por UF (2003) (%)	Domicílios com acesso à internet – particip. por UF (2004) (%)	Domicílios com acesso à internet – particip. por UF (2005) (%)	Domicílios com acesso à internet – particip. por UF (2006) (%)	Número de acessos de banda larga por UF. (4º trim. 2007)	Acessos de banda larga – particip. por UF (4º trim. 2007) (%)	Domicílios com acesso à internet – particip. por UF (2007) (%)	Número de acessos de banda larga por UF (4º trim. 2008)	Acessos de banda larga – particip. por UF (4º trim. 2008) (%)	Domicílios com acesso à internet – particip. por UF (2008) (%)
AC	0.169	0.086	0.167	0.125	0.135	0.162	28988	0.333	0.184	17885	0.1553	0.224
AL	0.518	0.489	0.562	0.529	0.522	0.578	32323	0.371	0.473	41105	0.3570	0.605
AM	0.745	0.625	0.547	0.592	0.541	0.635	41540	0.477	0.608	56482	0.4906	0.701
AP	0.086	0.098	0.083	0.102	0.143	0.089	3143	0.036	0.119	5526	0.0480	0.107
BA	3.273	3.202	2.972	3.110	3.080	3.269	241585	2.774	3.576	331172	2.8763	4.162
CE	1.602	1.531	1.469	1.444	1.337	1.515	155770	1.789	1.559	188945	1.6410	1.896
DF	2.830	2.838	2.884	2.866	2.743	2.565	336207	3.860	2.511	500609	4.3479	2.471
ES	1.665	1.737	1.882	1.920	1.977	1.911	117122	1.345	2.074	181559	1.5769	2.040
GO	1.613	1.772	1.961	2.053	1.817	1.923	214880	2.467	2.249	294275	2.5559	2.366
MA	0.558	0.576	0.734	0.615	0.418	0.764	46940	0.539	0.713	59775	0.5192	0.916
MG	8.018	8.618	8.135	8.801	8.981	9.773	724655	8.320	9.774	1040849	9.0401	10.372
MS	0.936	1.045	1.060	0.900	1.030	1.018	72407	0.831	1.027	139654	1.2129	1.060
MT	0.863	1.010	1.065	0.884	0.970	0.897	35562	0.408	0.959	151202	1.3132	1.385
PA	0.902	1.015	0.891	0.917	0.863	0.898	84897	0.975	1.033	113296	0.9840	1.161
PB	0.877	0.780	0.758	0.788	0.931	0.813	43004	0.494	0.743	71422	0.6203	0.960
PE	2.365	2.281	2.033	2.100	2.074	2.092	150740	1.731	2.049	197442	1.7148	2.160
PI	0.358	0.420	0.350	0.491	0.477	0.394	34193	0.393	0.468	45681	0.3968	0.504
PR	6.086	6.597	7.014	7.662	7.608	7.114	608241	6.984	7.214	899970	7.8165	7.366
RJ	13.941	13.113	13.595	13.445	12.951	13.385	971166	11.151	13.160	1276581	11.0875	12.774
RN	0.793	0.875	0.719	0.738	0.817	0.721	43356	0.498	0.819	61682	0.5357	0.870
RO	0.236	0.270	0.309	0.347	0.273	0.397	81916	0.941	0.488	50031	0.4345	0.489
RR	0.039	0.063	0.082	0.067	0.067	0.080	1991	0.023	0.115	2625	0.0228	0.118
RS	6.472	6.652	6.980	7.366	6.991	7.145	643986	7.394	6.808	792593	6.8839	6.594
SC	4.066	4.004	4.496	4.426	4.947	5.052	480212	5.514	4.737	510510	4.4339	4.774
SE	0.475	0.416	0.569	0.567	0.461	0.535	39335	0.452	0.586	50740	0.4407	0.643
SP	40.355	39.729	38.521	36.928	37.625	36.064	3.443.187	39.535	35.684	4.392.575	38.1508	32.975
TO	0.158	0.158	0.161	0.219	0.220	0.211	31952	0.367	0.270	39536	0.3434	0.311
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>8.711.305</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>11.401.901</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fontes: A a F, I e L: calculadas a partir de dados da PNAD; G, H, J e K, calculadas a partir de dados de Anatel/Sici.

TABELA B.3

**Estimativa do número de acessos de banda larga por UF e da participação de cada UF no total de acessos**

Estimativa do número de acessos de banda larga por UF – participação de cada UF no total de acessos																		
Ano	2000 <sup>1</sup>		2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007 <sup>2</sup>		2008	
UF	Part. (%)	Número de acessos	Part. (%)	Número de acessos	Part. (%)	Número de acessos	Part. (%)	Número de acessos	Part. (%)	Número de acessos	Part. (%)	Número de acessos	Part. (%)	Número de acessos	Part. (%)	Número de acessos	Part. (%)	Número de acessos
AC	0.169	206	0.169	607	0.086	505	0.167	1.609	0.125	3.927	0.135	5.877	0.162	9.597	0.333	28.988	0.1553	17.885
AL	0.518	634	0.518	1865	0.489	2.872	0.562	5.431	0.529	16.662	0.522	22.791	0.578	34.216	0.371	32.323	0.3570	41.105
AM	0.745	912	0.745	2682	0.625	3.671	0.547	5.287	0.592	18.658	0.541	23.611	0.635	37.631	0.477	41.540	0.4906	56.482
AP	0.086	106	0.086	311	0.098	577	0.083	805	0.102	3.223	0.143	6.259	0.089	5.279	0.036	3.143	0.0480	5.526
BA	3.273	4.010	3.273	11.789	3.202	18.801	2.972	28.714	3.110	98.050	3.080	134.407	3.269	193.580	2.774	241.585	2.8763	331.172
CE	1.602	1.963	1.602	5.771	1.531	8.990	1.469	14.191	1.444	45.531	1.337	58.335	1.515	89.736	1.789	155.770	1.6410	188.945
DF	2.830	3.467	2.830	10.193	2.838	16.663	2.884	27.864	2.866	90.350	2.743	119.702	2.565	151.908	3.860	336.207	4.3479	500.609
ES	1.665	2.040	1.665	5.998	1.737	10.200	1.882	18.187	1.920	60.527	1.977	86.283	1.911	113.164	1.345	117.122	1.5769	181.559
GO	1.613	1.976	1.613	5.809	1.772	10.404	1.961	18.952	2.053	64.710	1.817	79.310	1.923	113.871	2.467	214.880	2.5559	294.275
MA	0.558	684	0.558	2.011	0.576	3.381	0.734	7.093	0.615	19.391	0.418	18.257	0.764	45.227	0.539	46.940	0.5192	59.775
MG	8.018	9.823	8.018	28.880	8.618	50.602	8.135	78.606	8.801	277.460	8.981	391.897	9.773	578.765	8.320	724.655	9.0401	1040.849
MS	0.936	1.147	0.936	3.371	1.045	6.134	1.060	10.247	0.900	28.364	1.030	44.956	1.018	60.274	0.831	72.407	1.2129	139.654
MT	0.863	1.058	0.863	3.110	1.010	5.930	1.065	10.294	0.884	27.880	0.970	42.344	0.897	53.101	0.408	35.562	1.3132	151.202
PA	0.902	1.105	0.902	3.248	1.015	5.962	0.891	8.609	0.917	28.915	0.863	37.665	0.898	53.167	0.975	84.897	0.9840	113.296
PB	0.877	1.074	0.877	3.157	0.780	4.582	0.758	7.321	0.788	24.839	0.931	40.626	0.813	48.117	0.494	43.004	0.6203	71.422
PE	2.365	2.898	2.365	8.519	2.281	13.392	2.033	19.641	2.100	66.200	2.074	90.494	2.092	123.904	1.731	150.740	1.7148	197.442
PI	0.358	438	0.358	1.288	0.420	2.468	0.350	3.378	0.491	15.483	0.477	20.800	0.394	23.319	0.393	34.193	0.3968	45.681
PR	6.086	7.456	6.086	21.921	6.597	38.734	7.014	6.7774	7.662	241.547	7.608	332.015	7.114	421.281	6.984	608.241	7.8165	899.970
RJ	13.941	17.079	13.941	50.212	13.113	77.000	13.595	131.365	13.445	423.865	12.951	565.141	13.385	792.621	11.151	971.166	11.0875	1.276.581
RN	0.793	971	0.793	2.855	0.875	5.137	0.719	6.949	0.738	23.266	0.817	35.645	0.721	42.691	0.498	43.356	0.5357	61.682
RO	0.236	289	0.236	851	0.270	1.586	0.309	2.990	0.347	10.928	0.273	11.911	0.397	23.521	0.941	81.916	0.4345	50.031
RR	0.039	48	0.039	141	0.063	372	0.082	794	0.067	2.105	0.067	2.937	0.080	4.737	0.023	1.991	0.0228	2.625
RS	6.472	7.928	6.472	23.309	6.652	39.058	6.980	67.448	7.366	232.218	6.991	305.074	7.145	423.119	7.394	643.986	6.8839	792.593
SC	4.066	4.981	4.066	14.644	4.004	23.512	4.496	43.447	4.426	139.525	4.947	215.878	5.052	299.198	5.514	480.212	4.4339	510.510
SE	0.475	581	0.475	1.710	0.416	2.444	0.569	5.495	0.567	17.863	0.461	20.127	0.535	31.695	0.452	39.335	0.4407	50.740
SP	40.355	49.437	40.355	145.348	39.729	23.3281	38.521	372.212	36.928	1164.167	37.625	1.641.914	36.064	2.135.695	39.535	3.443.187	38.1508	4.392.575
TO	0.158	194	0.158	571	0.158	925	0.161	15.52	0.219	6.913	0.220	9.589	0.211	1.2501	0.367	31.952	0.3434	39.536
RS	6.472	7.928	6.472	23.309	6.652	39.058	6.980	67.448	7.366	232.218	6.991	305.074	7.145	423.119	7.394	643.986	6.8839	79.2593
Brasil	100	122.504	100	360.171	100	587.185	100	966.255	100	315.2570	100	4363.842	100	592.1917	100	8.711.305	100	11.401.901

Fontes: Número de acessos, Anatel/Sici; participação por UF dos domicílios com acesso à internet, PNAD.

Notas: <sup>1</sup> Como na PNAD de 2001 não foi pesquisado sobre a disponibilidade de microcomputador com acesso à internet nos domicílios, foi assumido como estimativa os mesmos valores de 2001 referentes à participação de cada UF no total de domicílios com acesso à internet.

<sup>2</sup> Para 2007 e 2008, há dados do número de acessos de banda larga por município. Para estes anos a participação e o número de acessos por UF foram obtidos consolidando-se os dados por UF. Para os anos de 2000 a 2006, o número de acessos por UF foi calculado a partir da participação de cada UF na porcentagem de domicílios com acesso à internet, aplicando-se esta participação sobre o total de acessos do país.

TABELA B.4

**Valores de densidades demográficas e densidades de acessos de banda larga dos estados brasileiros para o ano de 2008**

A	B	C	D	E	F
UF	Área da UF (km <sup>2</sup> )	População total da UF (hab.)	Densidade demográfica da UF (hab./km <sup>2</sup> )	Média da densidade populacional dos municípios da UF (hab./km <sup>2</sup> )	Densidade de acessos de banda larga (acessos/mil hab.)
AC	152.581.388	680.073	4	5	26.30
AL	27.767.661	3.127.557	113	105	13.14
AM	1.570.745.68	3.341.096	2	5	16.91
AP	142.814.585	613.164	4	9	9.01
BA	564.692.669	14.502.575	26	62	22.84
CE	148.825.602	8.450.527	57	115	22.36
DF	5.801.937	2.557.158	441	441	195.77
ES	46.077.519	3.453.648	75	144	52.57
GO	340.086.698	5.844.996	17	45	50.35
MA	331.983.293	6.305.539	19	36	9.48
MG	586.528.293	19.850.072	34	67	52.44
MS	357.124.962	2.336.058	7	10	59.78
MT	903.357.908	2.957.732	3	7	51.12
PA	1.247.689.515	7.321.493	6	55	15.47
PB	56.439.838	3.742.606	66	97	19.08
PE	98.311.616	8.734.194	89	245	22.61
PI	251.529.186	3.119.697	12	18	14.64
PR	199.314.85	10.590.169	53	63	84.98
RJ	43.696.054	15.872.362	363	709	80.43
RN	52.796.791	3.106.430	59	87	19.86
RO	237.576.167	1.493.566	6	8	33.50
RR	224.298.98	412.783	2	4	6.36
RS	281.748.538	10.855.214	39	88	73.01
SC	95.346.181	6.052.587	63	81	84.35
SE	21.910.348	1.999.374	91	132	25.38
SP	248.209.426	41.011.635	165	304	107.11
TO	277.620.914	1.280.509	5	7	30.88
Total Brasil	8.514.876.599	189.612.814	22		59.10

Fontes: Densidade demográfica, calculada a partir de dados do IBGE; densidade de banda larga, calculada a partir de dados da Anatel/Sici.

Notas: D, calculada dividindo-se a população total do estado por sua área em km<sup>2</sup>; E, é a média das densidades demográficas dos municípios do estado.

## APÊNDICE C

### DADOS UTILIZADOS NA REGRESSÃO

TABELA C.1

Dados da economia e setor de telecomunicações utilizados no estudo

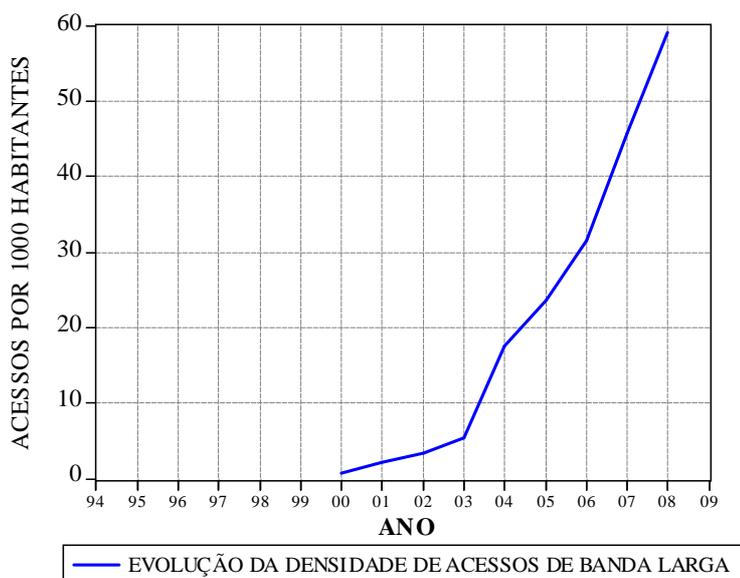
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
Ano	PIB (R\$ trilhões)	PIB – taxa de variação anual (%)	PIB <i>per capita</i> – (R\$)	Parcela da População com 15 anos ou mais de idade e oito ou mais anos de estudo	População com 15 anos ou mais de idade e oito ou mais anos de estudo	Densidade de acessos por mil habitantes de banda larga (SCM)	Número de acessos em banda larga (SCM)	Investimentos SCM (R\$ bilhões)	Investimentos serviços fixos de telecomunicações (R\$ bilhões)	Investimento total em telecomunicações (R\$ bilhões)	Receita operacional bruta SCM (R\$ bilhões)	Receita operacional líquida SCM (R\$ bilhões)
1994	0,349	5,33	2.227,42							3,30		
1995	0,706	4,41	4.437,54							4,30		
1996	0,844	2,15	5.233,99							7,40		
1997	0,939	3,39	5.745,05							7,60		
1998	0,979	0,04	5.910,38							12,30		
1999	1,065	0,25	6.310,98							12,20		
2000	1,179	4,31	6.886,28	0,280552	48.052.996	0,7	122.504			16,20	3,61	2,86
2001	1,302	1,31	7.491,20	0,342870	59.598.364	2,1	360.171		17,0	22,10	4,29	3,35
2002	1,478	2,66	8.378,10	0,358687	63.269.219	3,4	587.185	1,8	6,0	10,10	5,21	4,13
2003	1,700	1,15	9.497,69	0,376134	67.322.539	5,5	966.255	2,28	3,80	9,0	6,16	4,92
2004	1,941	5,71	10.692,19	0,386080	70.104.834	17,6	3.157.470	1,65	3,90	13,90	7,56	5,91
2005	2,147	3,16	11.658,10	0,398442	73.386.772	23,6	4.363.842	2,46	5,40	15,20	9,91	7,41
2006	2,369	3,96	12.686,60	0,414281	77.375.437	31,6	5.921.917	3,66	5,90	12,50	13,66	10,43
2007	2,661	6,09	14.464,73	0,426097	79.913.255	45,8	8.711.305	3,88	6,20	15,10	18,39	13,65
2008	2,890	5,08	15.240,10	0,443888	84.166.940	59,1	11.401.901	5,92	8,90	25,70	21,85	16,32

Fontes: b, IBGE; c e d, Ipea; e e f, calculadas a partir de dados da PNAD e Censo Demográfico de 2000; g e h, Anatel (2009, p. 75); i, Anatel/Sici; j e k, Anatel (2003); l e m, Anatel/Sici.

GRÁFICO C.1

### Evolução anual da densidade de acessos de internet banda larga

(Por mil habitantes)



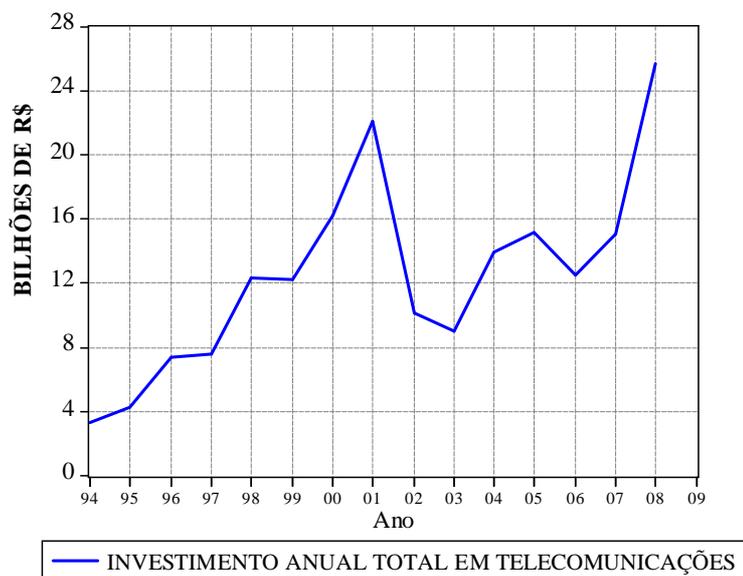
Fonte: Anatel (2009, p. 75).

Obs.: Só há dados disponíveis a partir do ano de 2000.

GRÁFICO C.2

### Evolução anual dos investimentos totais em serviços de telecomunicações

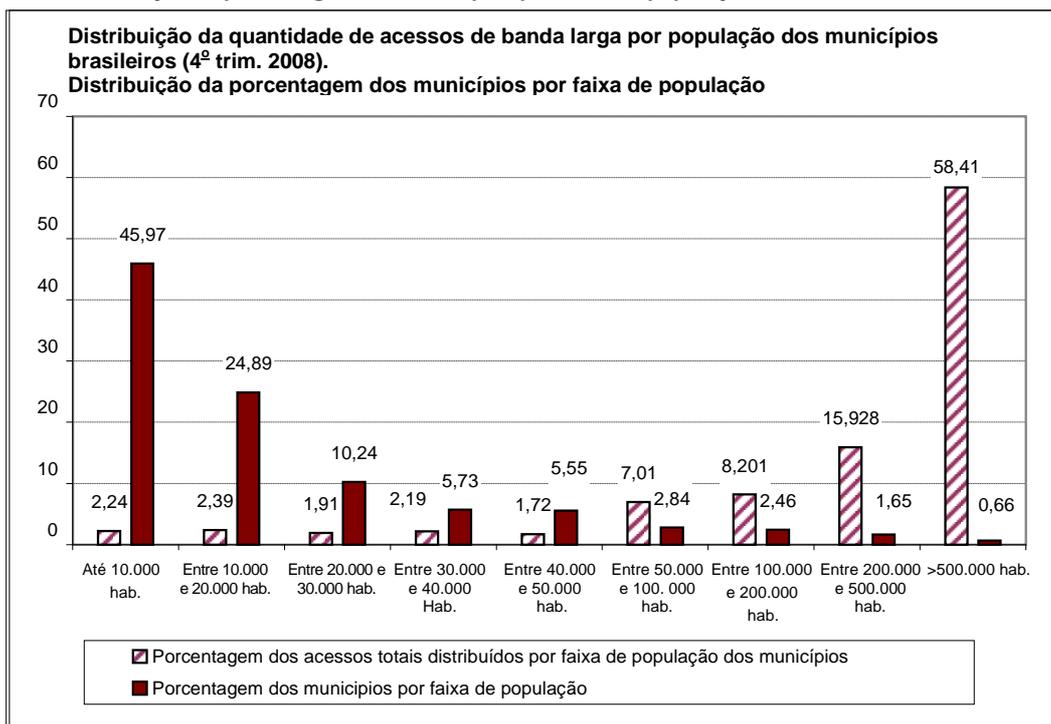
(Em R\$ bilhões)



Fonte: Anatel (2003, 2004, 2009).

GRÁFICO C.3

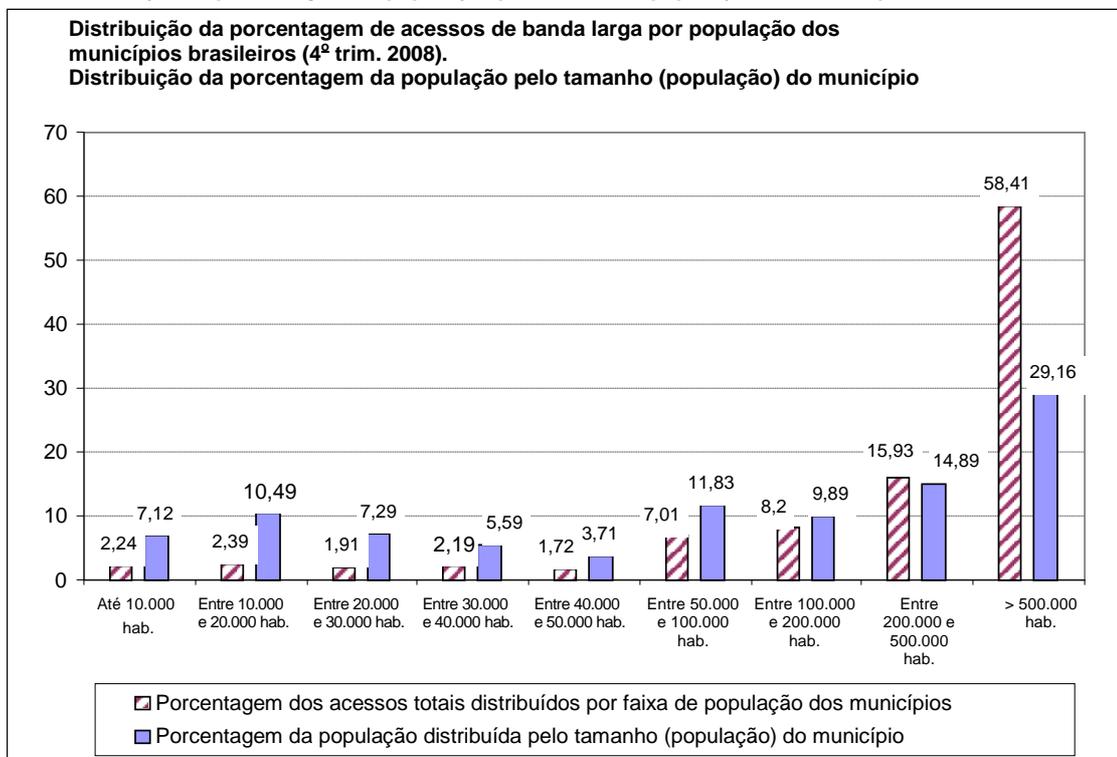
**Distribuição das porcentagens de acesso de banda larga por tamanho (população) de município e distribuição da porcentagem dos municípios por faixa da população**



Fontes: Distribuição das porcentagens de acesso de banda larga por tamanho (população) de município, elaborado a partir de dados de Anatel/Sici; e distribuição da porcentagem dos municípios por faixa da população, elaborado a partir de dados do IBGE,

GRÁFICO C.4

**Distribuição das porcentagens de acesso de banda larga por tamanho (população) de município e distribuição da porcentagem da população pelo tamanho (população) dos municípios**



Fontes: Distribuição das porcentagens de acesso de banda larga por tamanho (população) de município, elaborado a partir de dados de Anatel/Sici; e distribuição da porcentagem da população pelo tamanho (população) dos municípios, elaborado a partir de dados do IBGE,

## APÊNDICE D

### ESTIMATIVA DA RELAÇÃO ENTRE A VARIAÇÃO DA DEMANDA POR BANDA LARGA EM FUNÇÃO DE SUA VARIAÇÃO DE PREÇO

#### D.1 INTRODUÇÃO

Um dos fatores de maior impacto sobre a demanda de banda larga no Brasil é seu preço, que é em geral elevado para os níveis de renda do país. Estudo de Guedes *et al.*, (2008, p. 7) indicou o valor de  $-2,0$  para a elasticidade preço-demanda para o serviço de banda larga no Brasil. O estudo de Wohlers, Abdala e Kubota (2009) simulou três cenários, estimando quanto seria o crescimento da densidade de acessos de banda larga no Brasil em função da variação de preços. Partindo de um preço médio inicial de R\$ 161,87, baixando até R\$ 28,5, segundo o estudo, a densidade de acessos aumentaria de cerca de 5 acessos por 100 habitantes para aproximadamente 24 acessos por 100 habitantes. Isto ilustra de forma bem clara como o preço do serviço de banda larga é uma variável fundamental na influência de sua demanda,

O trabalho de Japur (2006, p. 114), baseado em entrevistas com pequenos empresários, fornecendo dados aplicados em modelos de econometria, indicou que a principal barreira para que este tipo de empresa acesse a internet em banda larga é o seu alto custo. No estudo detalhado de Ávila (2008, p. 42 e 49), utilizando cerca de 100 mil amostras, em que se analisou a elasticidade preço-demanda para dados de 2006 de uma operadora de telecomunicações, a elasticidade variou de  $-3,36$  a  $-1,0$ , sendo o preço médio pago pelos usuários da amostra aproximadamente R\$ 155,00. Os dados daquele estudo estão reproduzidos na tabela D.1.

TABELA D.1  
Elasticidade preço-demanda do serviço de acesso à internet em banda larga: elasticidade pontual

Velocidade da conexão (kbps)	Elasticidade preço-demanda do serviço de acesso à internet em banda larga		
	Média geral	Com competição	Sem competição
250	-3,29	-3,36	-3,21
360	-2,28	-2,34	-2,23
400	-2,05	-2,10	-2,01
600	-1,37	-1,40	-1,34
800	-1,03	-1,05	-1,00

Fonte: Ávila (2008, p. 49).

Os resultados indicam que a elasticidade preço-demanda aumenta com a presença de competição. Por outro lado, percebe-se que o aumento não se dá em montantes muito elevados. Uma possível explicação para isso é que, embora o modelo regulatório do setor de telecomunicações permita livre concorrência, percebe-se que em nível nacional há uma aparente divisão de mercado entre diversas operadoras, porém quando se analisa a competição em nível local, o que se encontra em boa parte das situações é um quase monopólio praticado pelas operadoras de

telefonia fixa. Como elas têm uma vantagem competitiva grande, pelo fato de terem herdado as redes de telefonia fixa após as privatizações, cobrindo boa parte das áreas urbanas da grande maioria dos municípios do Brasil, podem oferecer o serviço de ADSL com grande grau de flexibilidade. Isso praticamente inviabiliza a entrada de novas empresas nestas localidades que ofertem o mesmo serviço de ADSL, pois são elevados os custos de se implantar redes com cabos de fibras ópticas ou metálicos. O novo entrante estaria sujeito ao risco de ter seu investimento inutilizado se as operadoras de telefonia fixa locais decidissem baixar seus preços, já que seus investimentos em boa parte dos casos já foram amortizados.

Isso leva os novos entrantes no mercado a optarem por tecnologias alternativas, como o provimento do acesso à internet em banda larga através de enlaces de radiofrequência. Em particular uma tecnologia que tem se popularizado entre os pequenos provedores de serviço é o chamado *WiFi*, que utiliza faixas de frequências de radiação restrita, muito difundido na faixa de 2,4 GHz e 5,8 GHz. Esta tecnologia foi originalmente desenvolvida com o foco na implantação de redes locais de computadores em ambientes fechados, de forma a limitar as interferências recebidas. Por isso que seu uso pelos provedores do serviço de banda larga tem limitações técnicas quanto às velocidades de transmissão de dados e quanto ao número de usuários que podem ser atendidos simultaneamente.

Pelo fato de a competição, seja entre empresas seja entre tecnologias, ser um fator de aumento da difusão do serviço, ela foi incluída no modelo adaptado de Koutroumpis (2009).

## D.2 MÉTODO UTILIZADO PARA ESTIMAR OS PREÇOS DO SERVIÇO DE BANDA LARGA

No Plano Nacional de Banda Larga (MC, 2009, p. 67), a partir de pesquisa elaborada pelo CETIC (2005 a 2008), criou um modelo avaliando a relação entre o preço que os usuários estariam dispostos a pagar pelo serviço de acesso à internet em banda larga e a adesão. O gráfico D.1 é a reprodução do gráfico apresentado em MC (2009, p. 67). A partir dos dados do estudo, o modelo encontrado relacionando preço de banda larga e a porcentagem de adesão resultou em:

$$Q = 69,891.e^{-0,015,p} \quad (1)$$

onde:

$q$ : porcentagem dos domicílios que aceitariam contratar o serviço de banda larga;  
e:

$p$ : preço máximo que o usuário estaria disposto a pagar para ter o serviço de acesso à internet em banda larga em seu domicílio.

A variável  $q$  pode ser expressa de outra forma:

$$q = A/D \quad (2)$$

onde:

$A$ : total de acessos de banda larga na localidade/região considerada; e

$D$ : total de domicílios localidade/região considerada.

Uma forma genérica deste modelo apresentado em MC (2009, p. 67) é:

$$Q = S \cdot e^{\alpha \cdot P} \quad (3)$$

onde:

$Q$ : quantidade demandada do serviço de banda larga, podendo ser a quantidade de acessos, porcentagem de domicílios com banda larga, ou porcentagem da população com acesso ao serviço de banda larga;

$S$ : nível de saturação da demanda pelo serviço de banda larga. É a demanda que ocorre quando o preço  $P$  do serviço é zero;

$\alpha$ : fator de amortecimento. Está diretamente relacionado com a elasticidade preço-demanda que expressa por  $\eta = P \cdot \alpha$ , para este modelo de curva de demanda  $x$  preço; e

$P$ : preço do serviço de banda larga,

Pela definição de elasticidade preço-demanda tem-se:

$$\eta = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{P}{Q} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta P} = \frac{P}{Q} \cdot \frac{dQ}{dP} \Rightarrow \eta = \frac{P}{Q} \cdot S \cdot \alpha \cdot e^{\alpha \cdot P} \Rightarrow \eta = \frac{P}{S \cdot e^{\alpha \cdot P}} \cdot S \cdot \alpha \cdot e^{\alpha \cdot P}$$

A elasticidade demanda-preço fica:

$$\eta = P \cdot \alpha \quad (4)$$

O ideal neste tipo de estudo seria ter dados suficientes para criar uma série histórica do preço médio do serviço de banda larga (por exemplo, preço por 100 kbps de velocidade). Porém, na falta de dados confiáveis de preço, e penetração do serviço por vezes, é necessário lançar mão de metodologias alternativas que permitam obter uma variável que sirva de *proxy* para o preço dos acessos de banda larga. Assim, para fins de estudo, esta variável tomaria o lugar da variável preço nos modelos de econometria utilizados para análise.

Assim, a partir da equação (3) pode-se obter o preço em função da quantidade demandada:

$$Q = S \cdot e^{\alpha \cdot P} \Rightarrow Q/S = e^{\alpha \cdot P} \Rightarrow \ln(Q/S) = \alpha \cdot P \Rightarrow P = \frac{\ln\left(\frac{Q}{S}\right)}{\alpha} \quad (5)$$

Se  $Q$  for a penetração do serviço de banda larga como na equação (2):

$$Q = A/D$$

onde:

$A$ : total de acessos de banda larga na localidade/região considerada; e

$D$ : total de domicílios localidade/região considerada.

Então a equação (5) deve ser reescrita como:

$$P = \frac{\ln\left(\frac{A}{D.S}\right)}{\alpha} \quad (6)$$

Se a quantidade demandada  $Q$  for a penetração expressa em número de acessos por habitante, então deve ser escrita como:

$$P = \frac{\ln\left(\frac{A}{H.S}\right)}{\alpha} \quad (7)$$

onde:

$A$ : total de acessos de banda larga na localidade/região considerada; e

$H$ : total de habitantes localidade/região considerada.

O preço também poderia ser expresso em função da penetração dada como a porcentagem de domicílios com acesso de banda larga na forma:

$$P = \frac{\ln\left(\frac{\frac{A}{D} \cdot 100}{S}\right)}{\alpha} \Rightarrow \frac{\ln\left(\frac{\% \text{ dos domicílios com acesso banda larga}}{S}\right)}{\alpha} \quad (8)$$

onde:

$A$ : total de acessos de banda larga na localidade/região considerada;

$D$ : total de domicílios na localidade/região considerada;

$S$ : saturação, É o valor de penetração de banda larga que ocorreria se o preço do serviço fosse igual a zero; e

$\alpha$ : decaimento. É o fator de decaimento do modelo de decaimento exponencial utilizado para estimar a variação da penetração do serviço de banda larga em função da variação de seu preço.

Para uma função demanda na forma:

$$Q = S \cdot e^{\alpha \cdot P}$$

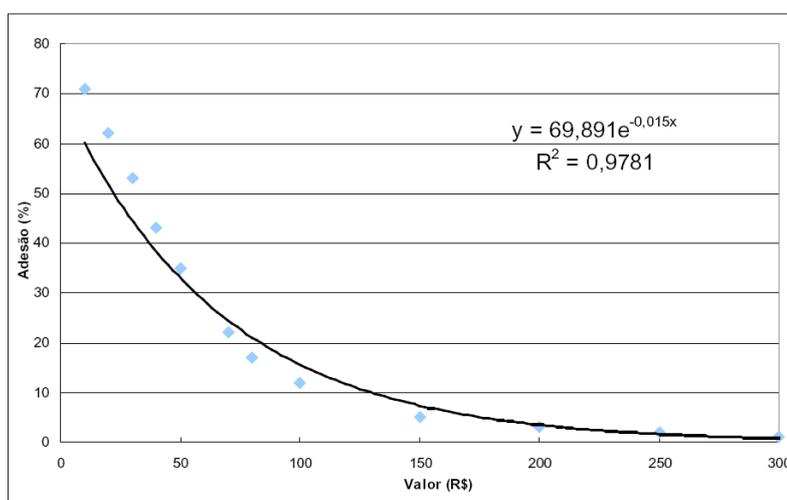
Pela definição de elasticidade preço-demanda:

$$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{P}{Q} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta P} = \frac{P}{Q} \cdot \frac{\partial Q}{\partial P} \Rightarrow$$

$$\varepsilon = \frac{P}{Q} \cdot S \cdot \alpha \cdot e^{\alpha \cdot P} \Rightarrow \varepsilon = \frac{P}{S \cdot e^{\alpha \cdot P}} \cdot S \cdot \alpha \cdot e^{\alpha \cdot P} \Rightarrow \varepsilon = P \cdot \alpha \quad (9)$$

GRÁFICO D.1

Valor máximo declarado para aquisição de acesso à internet *versus* adesão



Fonte: Reproduzido de MC (2009, p. 67).

Assim as equações (5), (6) e (7) serviriam como aproximação do preço do serviço de banda larga na falta de séries históricas. Como a elasticidade, expressa pela equação (4), mostra que a elasticidade varia de acordo com o ponto da curva de oferta e demanda (de acordo com o preço do produto), os dados de penetração de banda larga (acessos por domicílio ou por habitante) serviriam para informar, de maneira indireta, qual o valor do preço do serviço de banda larga. A forma encontrada de se estimar os preços do serviço de banda larga foi utilizar os dados da pesquisa do CETIC (2005 a 2008), que por meio de entrevistas pergunta aos entrevistados qual o *preço máximo* que estariam dispostos a pagar para poder ter o serviço de acesso à internet em banda larga em suas residências.

Com estes dados, foram traçados gráficos que mostram como a demanda varia em função do preço máximo declarado pelos entrevistados, como mostram os gráficos D.2A a D. Sobre os dados de cada ano, de 2005 a 2008, foram obtidas curvas, por meio de regressão seguindo o modelo de curva de preço-demanda como na equação (3). Os modelos ficaram bem ajustados, sendo obtido  $R^2$  acima de 0,98. Cada modelo foi usado para estimar os preços de forma indireta, por meio das equações (6) e (8),

para cada ano separadamente de 2005 a 2008. Assim os dados de acessos de banda larga, obtidos junto à Anatel, combinados com os dados da PNAD, para obter o número de domicílios em cada UF, foram utilizados para expressar de forma indireta, os valores dos preços de banda larga.

Para completar a série histórica de 2000 a 2004, foi estimado por meio de regressão um modelo geral, também seguindo a equação (3), aplicado sobre os dados de 2005 a 2008. Os resultados estão nos gráficos A e B, O  $R^2$  deste modelo geral também foi elevado, sendo 0,96. Assim para tentar contornar a limitação quanto à falta de uma série histórica de dados confiáveis do preço de banda larga, nos modelos propostos a variável preço utilizada será dada pela equação (8):

$$P = \frac{\ln\left(\frac{A}{D} \cdot 100\right)}{\alpha} \Rightarrow \frac{\ln\left(\frac{\% \text{ dos domicílios com acesso banda larga}}{S}\right)}{\alpha} \quad (8)$$

O preço então será expresso de forma indireta, a partir das informações da penetração do serviço, expresso como porcentagem dos domicílios com acessos de banda larga e dos parâmetros  $S$  (saturação) e  $\alpha$  (decaimento) conforme o modelo da equação (3):

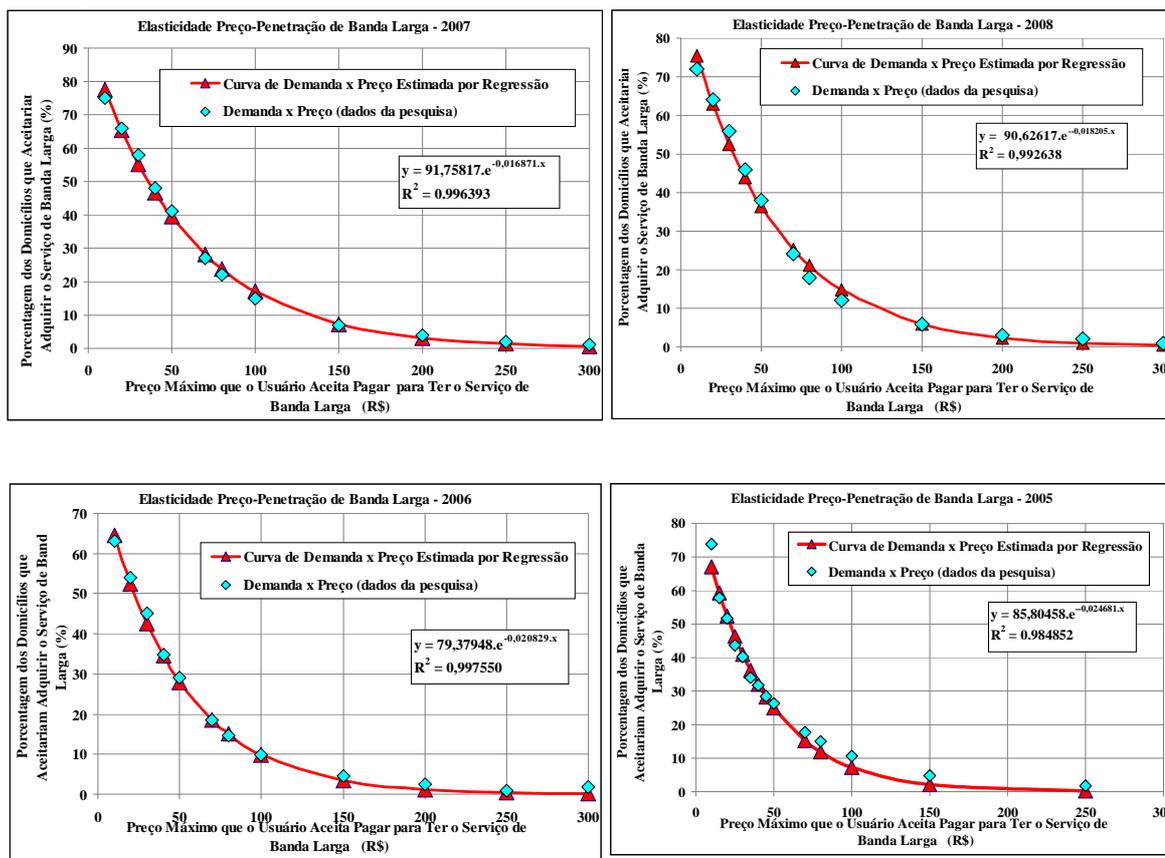
$$Q = S \cdot e^{\alpha \cdot P} \quad (3)$$

Para os anos de 2005 a 2008 serão usados os valores de  $S$  (saturação) e  $\alpha$  (decaimento) obtidos a partir dos dados da pesquisa do CETIC, (2005 a 2008). Para o período entre 2000 e 2004, será obtido um modelo de regressão geral a partir das curvas de 2005 a 2008.

Os resultados foram obtidos com o uso do programa Eviews.

GRÁFICO D,2

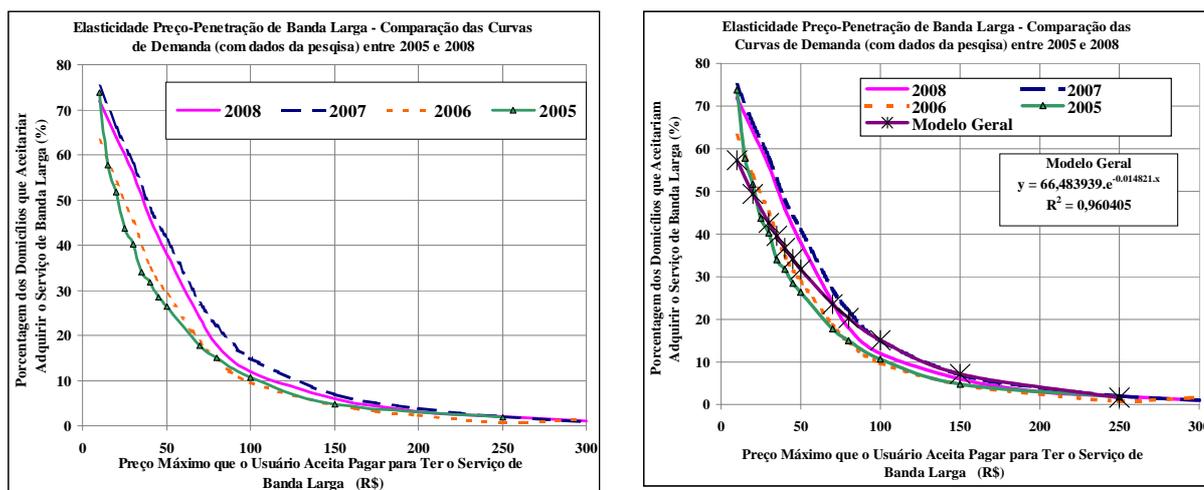
Pesquisa com dados mostrando a porcentagem de domicílios que aceitariam contratar o serviço de banda larga em função do preço máximo que os usuários entrevistados estariam dispostos a pagar – período 2005-2008



Fonte: CETIC (2005 a 2008),

GRÁFICO 3,D

Pesquisa com dados mostrando a porcentagem de domicílios que aceitariam contratar o serviço de banda larga em função do preço máximo que os usuários estariam dispostos a pagar: comparação dos dados das pesquisas de 2005 a 2008 com um modelo de regressão geral estimado a partir de todas as curvas de 2005 a 2008



Fonte: CETIC (2005 a 2008),

### D.3 LIMITAÇÕES DO MÉTODO UTILIZADO PARA ESTIMAR OS PREÇOS DO SERVIÇO DE BANDA LARGA

Esta maneira de se tentar incluir a variável referente aos preços de banda larga sem dispor dos dados reais dos preços praticados tem limitações.

1) A primeira é que as pesquisas do CETIC (2005 a 2008) para estimar a elasticidade preço-demanda são baseadas na expectativa informada pelos entrevistados, do máximo que estariam dispostos a pagar para usufruir do serviço de acesso à internet em banda larga. Há uma diferença entre o que os entrevistados dizem e o que efetivamente praticam. Assim em uma situação real pode ocorrer de os usuários aceitarem pagar mais ou menos pelo serviço de banda larga em relação aos valores declarados perante a pesquisa.

2) Outra limitação é que há o pressuposto de que este comportamento da adesão ao serviço de banda larga se mantenha o mesmo ao longo do tempo e seja aplicável a todas as localidades do país. Isto, pois, de forma intuitiva, espera-se que a elasticidade preço-demanda sofra variação com a localidade, devido às diferenças de rendimento da população, escolaridade e outros fatores. Se em determinada localidade os habitantes atribuem uma utilidade maior para o serviço de banda larga, devido, por exemplo, a um maior nível de escolaridade, a expectativa é que haja a aceitação em pagar um valor maior para se ter acesso ao serviço, ainda que implique algum sacrifício de recursos. Para poder utilizar este modelo, deve-se então considerá-lo como sendo uma média geral do país já computadas as diferenças regionais, de classe social e de outros fatores.

3) Também se percebe nos gráficos D, A e B que as curvas de preço-demanda com o tempo tendem a se mover para a direita e para cima, distanciando-se da origem do gráfico. Talvez isso se explique pelo fato de que à medida que o acesso de banda larga se torna mais difundido, um número maior de pessoas lhe atribuem uma utilidade maior e então estariam dispostas a pagar hoje, para ter o serviço, um valor que há alguns anos não estariam dispostas a empregar com essa finalidade. Por exemplo, nos dados do CETIC (2005 a 2008), no ano de 2005, 25,32% dos entrevistados estavam dispostos a pagar até R\$ 50,00 para dispor do serviço. Em 2008, 38% dos entrevistados estavam dispostos a pagar os mesmos R\$ 50,00 para ter o serviço. Assim, utilizar este modelo geral, baseado nos dados de 2005 a 2008, para estimar os dados ausentes de 2000 a 2004, talvez represente um fator adicional de imprecisão.

4) A pesquisa que serviu de base para fazer a estimativa dos preços perguntou aos entrevistados qual o valor máximo que estariam dispostos a pagar para ter o serviço de acesso à internet em suas residências, seja de banda larga ou não. Dessa forma não se pode precisar se os valores se referem ao acesso de banda larga ou de linha telefônica convencional discada. Este fato é mais um limitante da precisão da estimativa. O pressuposto levado em conta no processo de estimativa dos preços foi o de que os valores máximos declarados pelos entrevistados se referiam ao acesso à banda larga.

5) Esse método introduz um viés na variável preço. Como esta foi obtida indiretamente a partir de dados do número de acessos de banda larga que são

utilizados como variáveis explicativas em outras equações, há o risco de se estar induzindo um comportamento predeterminado.

Mas dada a dificuldade de se encontrar dados confiáveis que permitam completar uma série histórica, entre 2000 e 2008, com preços praticados no mercado pelas prestadoras de telecomunicações comercializando o serviço de acesso à internet em banda larga, há de se conviver com as limitações dos dados estimados de acordo com este método. Isso para poder prosseguir com o estudo, de forma a se ter uma noção, ainda que incompleta, do papel do aumento da difusão da banda larga no desenvolvimento econômico do país.

Dados de preço como os da pesquisa do fabricante de equipamentos Cisco são apresentados de forma limitada que talvez dificulte a análise nos modelos empregados. Por isso aqueles dados não foram utilizados neste estudo. Não se pretende aqui fazer qualquer tipo de crítica a estas pesquisas de preço. Por exemplo, no Plano Nacional de Banda Larga (MC, 2009), para subsidiar a implementação de políticas públicas visando aumentar a difusão do serviço de banda larga no Brasil, utilizam-se também dados provenientes deste tipo de pesquisa de mercado. Entretanto, como o caminho escolhido para o desenvolvimento do presente estudo foi o de privilegiar o máximo possível o uso de dados estatísticos oficiais ou não, mas que dispunham de confiabilidade adequada, decidiu-se por não utilizar dados de preço do serviço de banda larga como os de Cisco e outros.



© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea 2010

**EDITORIAL**

**Coordenação**

Iranilde Rego

**Supervisão**

Andrea Bossle de Abreu

**Revisão**

Lucia Duarte Moreira

Eliezer Moreira

Elisabete de Carvalho Soares

Fabiana da Silva Matos

Gilson Baptista Soares

Míriam Nunes da Fonseca

**Editoração**

Roberto das Chagas Campos

Aeromilson Mesquita

Camila Guimarães Simas

Carlos Henrique Santos Vianna

Aline Cristine Torres da Silva Martins (estagiária)

**Livraria do Ipea**

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed, BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)

Tiragem: 130 exemplares