

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ECONOMIA E FINANÇAS

Gustavo Gonçalves Manfrim

ELASTICIDADES DA DEMANDA EM TELEFONIA FIXA

Dissertação de Mestrado

Florianópolis  
2006

Gustavo Gonçalves Manfrim

## ELASTICIDADES DA DEMANDA EM TELEFONIA FIXA

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação  
em Economia, da  
Universidade Federal de  
Santa Catarina como requisito  
parcial para a obtenção do  
título de Mestre em Economia

Orientador: Prof. Dr. Eraldo Sérgio da Silva

Florianópolis  
2006

Manfrim, Gustavo Gonçalves.

Elasticidades da demanda em telefonia fixa /  
Gustavo Gonçalves Manfrim; orientador Eraldo  
Sérgio da Silva. -- Florianópolis, 2006.  
74p.

Dissertação (Mestrado) – Centro de Pós  
Graduação em Economia – Área de Concentração:  
Economia e Finanças - Universidade Federal de  
Santa Catarina.

1. Telefonia Fixa. 2. Elasticidades da  
demanda. 3. Cointegração

Gustavo Gonçalves Manfrim

## ELASTICIDADES DA DEMANDA EM TELEFONIA FIXA

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do título de Mestre em  
Economia no Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade  
Federal de Santa Catarina  
Florianópolis, de                      de 2006.

---

Prof. Roberto Meurer, Dr.  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Economia  
**Banca Examinadora:**

---

Prof. Eraldo Sérgio da Silva, Dr.  
Orientador

---

Prof. Fernando Seabra, Dr.  
Membro

---

Prof. César Mattos, Dr.  
Examinador Externo

Dedico este trabalho a todos que me ajudaram

## **AGRADECIMENTOS**

Os agradecimentos aqui presentes extrapolam o escopo da elaboração deste trabalho. Primeiramente, agradeço ao Sérgio, meu orientador, por aceitar me orientar no tema de minha dissertação.

Aos meus pais, Izidoro e Vanda e minha irmã, Gláucia pelo apoio incondicional.

Aos amigos:

De Novo Horizonte, o pessoal do Catcher Club, amigos de infância, contemporâneos e ainda por muito tempo.

De São Paulo.

De Florianópolis, de minha turma de mestrado e

De Brasília.

A estes agradeço por todos os momentos de alegria, de incentivo e companheirismo.

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro durante parte do período de meu mestrado.

Erros e omissões aqui presentes são de minha inteira responsabilidade.

## RESUMO

O objetivo central deste trabalho é estimar as elasticidades da demanda do Plano Básico da telefonia fixa local, utilizando um modelo de cointegração. Também são mostrados aspectos tarifários e modelos teóricos da demanda por telefonia. Os resultados encontrados são aderentes com a teoria econômica, bem como a estudos realizados em outros países e indicam a baixa elasticidade-preço da demanda por telefonia fixa local.

**Palavras chave:** Telefonia Fixa, Elasticidades da demanda, cointegração.

## **ABSTRACT**

The central purpose of this work is to estimate the demand elasticities of the local fixed telephony in Basic Plan using a cointegration model. It is also shown tariff aspects and theoretical models of the telephony demand. The results are in accordance to economic theory, as well as previous studies in other countries. The results indicate low price elasticities of the local fixed telephony demand

**Key words:** Fixed Telephony, Demand Elasticities, Cointegration



# SUMÁRIO

<b>Resumo.....</b>	<b>V</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>VI</b>
<b>Lista de tabelas.....</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>X</b>
<b>Lista de Siglas e Abreviações.....</b>	<b>XI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. O MODELO BRASILEIRO DE TELEFONIA FIXA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Reestruturação no setor.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Aspectos tarifários.....</b>	<b>6</b>
2.2.1. Modelos de fixação tarifária e <i>Price Cap</i> .....	6
2.2.2 Tarifação em telefonia fixa no Brasil.....	10
<b>3. TEORIA DA DEMANDA EM TELEFONIA.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Modelos Teóricos.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.1. Determinação simultânea da demanda de acesso e de uso.....</b>	<b>17</b>
<b>3.1.2. Extensões do Modelo Básico.....</b>	<b>26</b>
3.1.2.1. Dimensões da distância e duração da chamada da demanda em telefonia.....	26
3.1.2.2. Tarifas em função do período do dia.....	31
3.1.2.3. Elasticidades da Firma <i>versus</i> Elasticidades do Mercado.....	32
3.1.2.4. A Hipótese PDDAPE.....	38
3.1.2.5. Escolha entre planos de serviço.....	43
<b>4. ESTIMAÇÃO DAS ELASTICIDADES LOCAL.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1. Estudos prévios.....</b>	<b>53</b>

<b>4.2 Estimação do Modelo de Demanda por Chamadas Locais.....</b>	<b>61</b>
4.2.1. O modelo.....	61
4.2.2. Dados e metodologia.....	62
4.2.3. Testes econométricos.....	63
4.2.4. Deficiências e sugestões para futuros trabalhos.....	67
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>70</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Processo de decisão do consumidor – Modelo Básico.....	51
<b>Tabela 2.</b> Processo de decisão do consumidor – Modelo de Aprendizado.....	52
<b>Tabela 3.</b> Sumário de elasticidades preço da demanda de mercados selecionados.....	59
<b>Tabela 4.</b> Teste ADF com intercepto.....	64
<b>Tabela 5.</b> Teste ADF dos Resíduos da Equação de Longo Prazo.....	65

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Restrição orçamentária com preços não lineares.....	27
<b>Figura 2.</b> Equilíbrio do consumidor com preços não lineares.....	28
<b>Figura 3.</b> Efeito da mudança intramarginal nos preços.....	29
<b>Figura 4.</b> Efeito das mudanças intramarginal e marginal nos preços.....	29
<b>Figura 5.</b> Aumento de preço e mudança da posição da curva de indiferença.....	29
<b>Figura 6.</b> Efeito de mudança na Renda.....	30
<b>Figura 7.</b> Equilíbrio Múltiplo .....	30
<b>Figura 8.</b> Benefícios da migração para diferentes valores de $\beta$ .....	35
<b>Figura 9.</b> Benefícios da migração para diferentes níveis de renda.....	36

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO**

O estudo da estrutura de mercado de indústrias provedoras de serviços públicos é um tema de considerável relevância em economia devido às características especiais dessas indústrias, como a presença de economias de escala e escopo, custos afundados e externalidades, o que determina que estas tendam a apresentar mercados altamente concentrados. Dentre as alternativas para se contornar os problemas inerentes à concentração dos mercados estão a criação de empresas públicas, a regulação de firmas concessionárias de serviços públicos ou a liberalização da indústria. Em termos práticos, a utilização de esquemas regulatórios é a prática mais comum na maioria das economias.

A efetividade da ação regulatória é usualmente afetada pela dinâmica tecnológica dos setores. Nas últimas décadas, o mercado de telecomunicações tem experimentado uma evolução tecnológica considerável, que tem sido concretizada na expansão da quantidade de produtos ofertados e na convergência tecnológica dos serviços. Tais mudanças tecnológicas têm determinado a possibilidade de aumentar a eficiência na provisão dos serviços e no bem-estar dos usuários mediante deslocamentos na curva de oferta dos serviços de telecomunicações.

Dessa forma, o principal desafio para as autoridades regulatórias no atual contexto diz respeito à questão de que a distribuição dos ganhos tecnológicos do setor de telecomunicações seja feita de tal maneira que os consumidores possam partilhar dos seus benefícios, sem comprometer a eficiência econômica dos mercados. Neste ponto, as políticas tarifárias assumem papel importante.

Tendo isso em mente, é notório que o conhecimento dos parâmetros do mercado de telefonia permite uma atuação mais eficaz dos agentes neste mercado. Assim, justifica-se o estudo da demanda de serviços de telecomunicações. Um estudo dessa natureza tem importância tanto para a autoridade regulatória quanto para as

companhias prestadoras de serviços. As empresas necessitam dessa informação para fazer previsões de sua demanda a fim de maximizar intertemporalmente seu lucro e cumprir com as metas de qualidade às quais estão sujeitas. Já a autoridade regulatória pode utilizar as estimações de elasticidades para simular os efeitos que podem proporcionar as revisões tarifárias, em especial quando se trabalha sob um regime de *price cap*.

Tendo em mente a importância do conhecimento das elasticidades do mercado de telefonia, o objetivo geral deste trabalho é estimar as elasticidades da demanda do Plano Básico da telefonia fixa local do Brasil, utilizando um modelo de cointegração.

Os objetivos específicos são: (1) explicar o modelo tarifário da telefonia fixa brasileira; (2) expor a literatura relevante para a demanda em telefonia; (3) estudar e expor os principais modelos teóricos que se aplicam à telefonia e (4) estimar as elasticidades preço, renda e rede de telefonia fixa do Brasil.

Com esses objetivos, este trabalho se divide da seguinte maneira:

O segundo capítulo trata-se de uma apresentação sobre a reestruturação do setor de telecomunicações brasileiro, destacando os pontos relevantes antes e depois da privatização no setor. Além disso, são abordados os principais modelos de regimes tarifários, dando especial atenção ao modelo de *price cap*, adotado atualmente para fixação das tarifas pela Anatel e a atual estrutura da tarifação da telefonia fixa no Brasil, evidenciando os mercados de telefonia local, bem como a estrutura do regime de *price cap* no Brasil, aplicado através do fator X.

No terceiro capítulo são apresentados modelos teóricos que tratam da demanda dos serviços de telefonia. Os modelos tratam das relações entre as elasticidades de uso e acesso dos serviços de telefonia, das dimensões de distância e duração das chamadas, das tarifas em função do período dia, das elasticidades da firma *versus* elasticidades de mercado, da hipótese de aumento da elasticidade conforme aumenta a distância do destino da chamada e da escolha entre planos de serviço. Apesar de todos esses modelos estarem disponíveis na literatura corrente, justifica-se sua inclusão neste trabalho com o propósito de agrupar os

aspectos relevantes pertinentes ao tema, além do fato de não haver, de ciência deste autor, coletânea desta natureza na literatura nacional.

O quarto capítulo traz o principal objetivo deste trabalho, qual seja, estimar as elasticidades da demanda da telefonia local do Brasil, com base em um modelo adequado de referência pertinente a uma análise da demanda e adequado à disponibilidade dos dados. Estes foram obtidos junto à Anatel em caráter de semi-confidencialidade, uma vez que não foi permitida a divulgação do estado brasileiro a que se refere, bem como sua real magnitude, sendo que foram indexados. Neste capítulo, são estimados os coeficientes de elasticidade de curto e longo prazo utilizando um modelo de cointegração. Na seqüência, interpretam-se os resultados, expõem-se as possíveis falhas e deficiências do trabalho e se fazem sugestões para futuros trabalhos.

## CAPÍTULO 2

### O MODELO BRASILEIRO DE TELEFONIA FIXA

Este capítulo se divide em duas seções. A primeira trata de uma sucinta apresentação sobre a reestruturação do setor de telecomunicações brasileiro.

A segunda seção se divide em duas partes. A primeira trata de uma exposição sucinta dos principais modelos de regimes tarifários, dando especial atenção ao modelo de *price cap*, adotado atualmente para fixação das tarifas pela Anatel. A segunda parte expõe a atual estrutura da tarifação da telefonia fixa no Brasil, evidenciando os mercados de telefonia local, bem como a estrutura do regime de *price cap* no Brasil, aplicado através do fator X.

#### 2.1. Reestruturação no setor

Anteriormente à reestruturação no setor de telecomunicações brasileiro, o sistema era de propriedade estatal estruturado pelo Sistema Telebrás, constituído pela Telebrás, a empresa *holding*, pela Embratel, empresa *carrier* de longa distância de âmbito nacional e internacional, e por 27 empresas pólo de âmbito estadual, as chamadas Teles.

Assim como em outros setores controlados pelo estado, as telecomunicações brasileiras foram fortemente afetadas pelo elevado grau de endividamento do país e por políticas de arrocho tarifário artificial, a fim de controlar a inflação recrudescente. Em meados da década de 90, essa situação chegava a patamares considerados insuportáveis.

Tal deficiência prejudicava a realização dos investimentos adequados para a ampliação e modernização do setor. O governo já não era mais capaz de sustentar as elevadas cifras de que o setor necessitava. Assim, a privatização e a



competição se tornariam caminhos possíveis para modernizar a indústria brasileira de telecomunicações.

Antes da privatização, houve uma ampla reestruturação do Sistema Telebrás. As 27 empresas controladas pela Telebrás foram agregadas em três regiões para prestação de serviço local (Regiões I, II e III), uma para prestação de serviço de longa distância nacional e internacional e oito companhias de telefonia móvel.

Após a privatização, o país ficou dividido em dez áreas de concessões, sendo seis no Sul e Sudeste e quatro no restante do país, podendo cada empresa ou consórcio operar em até duas destas áreas: uma na região Sul ou Sudeste (regiões mais favorecidas economicamente) e outra nas regiões Norte, Nordeste ou Centro-Oeste (regiões menos favorecidas economicamente).

Começava-se, então, a montagem de um novo modelo de exploração dos serviços, o qual foi proposto através de um amplo e detalhado projeto de Lei Geral das Telecomunicações (LGT), que apresentou uma concepção jurídica inovadora e muito bem arquitetada, capaz de fundamentar o novo modelo em dois pilares, o da universalização dos serviços e o da ampla competição, a médio e longo prazos.

A Lei Geral também definiu as condições técnicas e econômicas para o estabelecimento da concorrência na rede básica (longa distância e local) de telecomunicações: são a interconexão obrigatória; acesso não discriminatório dos clientes aos prestadores de serviços que competem entre si; plano de numeração não discriminatório; possibilidade de acesso dos concorrentes às redes abertas em condições adequadas; eliminação dos subsídios cruzados entre tipos de serviços; direitos de passagem não discriminatórios; regulação tarifária dos operadores dominantes; e resolução dos conflitos entre operadores pelo órgão regulador.

As tarifas, que até então eram fixadas pelo governo, com o interesse centrado na contenção do processo inflacionário, passaram a ser fixadas pelo sistema *price cap*, ocorrido com base numa cesta de serviços.

De acordo com Mattos (2002), o principal aspecto competitivo da reestruturação da Telebrás apoiou-se na separação vertical entre os serviços de longa distância e

local. No período de transição para a pretendida liberalização total destes mercados, foi introduzida a competição das três concessionárias regionais com a Embratel no serviço de longa distância nacional dentro da área de concessão onde atuam as empresas regionais (Brasil Telecom, Telefônica e Telemar), além de uma empresa espelho concorrente nos serviços de longa distância nacional e internacional.

No mercado local, foi permitida a entrada de uma empresa espelho em cada região mediante termo de autorização.

De acordo com Façanha e Resende (2003), o resultado mais significativo da nova estrutura foi a rápida modernização e expansão das redes de telecomunicações, sendo que o número de acessos cresceu enormemente em poucos anos. Esse fato poderia ser atribuído, entre outros fatores, ao modelo *price cap*, caracterizado como uma forma de regulação por incentivos, conforme será mostrado na próxima seção.

## **2.2. Aspectos tarifários**

### **2.2.1. Modelos de fixação tarifária e *Price Cap***

O aspecto da precificação/tarifação dos serviços de telecomunicações começa a ganhar importância em razão da distorcida estrutura de precificação/tarifação até recentemente vigente na maioria dos países (Laffont e Tirole, 2000).

Possas, Ponde e Fagundes (1997) destacam as principais modalidades de regimes tarifários como: tarifação pela taxa de retorno, tarifação pelo custo marginal, regulação pelo desempenho (*yardstick competition*) e *price cap*.

A tarifação pela taxa de retorno consiste na adição de margem aos custos, contendo taxa de retorno considerada adequada como custo de oportunidade. Há claras dificuldades envolvidas: a dificuldade de avaliar os custos, devido à assimetria de informações entre empresas e órgão regulador; o caráter

controvertido da definição de custos históricos ou de reposição; e a indefinição sobre a taxa de retorno arbitrada.

A tarifação do custo marginal, como o próprio nome já define, consiste na estimação pelo órgão regulador do custo marginal das empresas, em cada serviço/produto. A principal vantagem da tarifação pelo custo marginal de cada serviço/produto é favorecer a distribuição mais racional dos custos. Entretanto, mais uma vez, há dificuldades com relação à assimetria de informações e com a definição do critério para cobertura dos custos fixos.

Na regulação pelo desempenho (*yardstick competition*), o desempenho da firma regulada é aferido pela comparação com referência média, *benchmark*, que induza a busca por aumentos de produtividade e de redução de custos praticados por outras firmas do setor. Há o risco de colusão entre as firmas.

O *price cap* compreende regra de reajuste por índice público de preços, acompanhada de previsão de redução de custos por aumento de produtividade, com o objetivo de estimular a busca de aumento de eficiência microeconômica. Pode prever ainda componente de choques (ou reduções) de custos não corriqueiros e imprevisíveis. Há dificuldades no que diz respeito a situações de multiproduto – que requerem a introdução de diferente *caps*; na definição das melhorias de produtividade e na definição do preço básico a partir do qual se parte para reajustes periódicos.

Passa-se, agora, para considerações sobre o estabelecimento e implementação do *price cap* (ver Sappington, 2000). Seja a expressão:

$$\dot{p} \leq I - X \quad (1)$$

Onde  $\dot{p}$  representa a taxa de crescimento dos preços de uma firma regulada,  $I$  a taxa de inflação, e  $X$  o fator  $X$  de desconto do ganho de produtividade. Como fica evidente pela expressão (1), o fator  $X$  imposto em um esquema de *price cap* determina a taxa de crescimento dos preços da firma. Assim, a magnitude do fator  $X$  é um determinante crítico do nível de bem estar que consumidores e as firmas reguladas atingem sob a regulação por *price cap*. Quanto maior for o fator  $X$ ,

menor o nível será a taxa de crescimento autorizado dos preços, e então, maior será o excedente do consumidor e menor o lucro da empresa, *ceteris paribus*.

A fim de entender os principais fatores que influenciam a escolha adequada do fator X, é útil considerar qual o papel da regulação por *price cap*. Como em outras formas de regulação, o *price cap* procura simular a disciplina que imporia a competição se esta fosse presente no setor regulado.

A competição permite às firmas transferir para os consumidores seus ganhos de produtividade, esta última entendida como a proporção entre produtos e insumos. Assim, em uma economia competitiva, os preços sobem a uma taxa igual à diferença da taxa em que os preços dos insumos sobem e a taxa a qual a produtividade sobe.

Considerando uma indústria regulada em um ambiente sem competição, a taxa de inflação fora de seu setor irá refletir a diferença entre a taxa de inflação dos insumos e a taxa de crescimento da produtividade nos setores competitivos da economia. Supondo que o setor regulado seja plenamente capaz de alcançar a mesma taxa de produtividade dos outros setores da economia e que as firmas de um setor regulado se defrontem com a mesma taxa de inflação dos insumos das firmas do setor competitivo. Sob essas circunstâncias, uma vez que os preços sejam inicialmente fixados de forma a não gerar lucros além dos normais no setor regulado, este nível de lucro pode ser mantido para permitir que a taxa de inflação do produto das firmas reguladas cresçam à mesma taxa de inflação do restante da economia.

Conseqüentemente, neste ambiente, as forças competitivas seriam replicadas no setor regulado se o fator X fosse fixado em zero. Para ilustrar numericamente, supõe-se que a firma regulada seja capaz de alcançar uma taxa de crescimento de 4% de sua produtividade anual, enquanto que a taxa esperada de produtividade no resto da economia seja de 3%. Também se supõe que a taxa inflação anual esperada dos insumos da economia seja de 1,5%, enquanto que a correspondente inflação dos insumos do setor regulado seja de 0,5%. Neste cenário, o fator X que irá propiciar um crescimento não esperado nos lucros extra

normais do setor regulado é de 2%: a soma de 1% do crescimento na taxa de produtividade maior que a esperada (4% - 3%) com 1% da taxa de crescimento do preço dos insumos menor que o esperado (1,5% - 0,5%).

Essas considerações fornecem um guia para determinação do fator X, mas não fornecem toda a informação necessária para sua fixação na prática. Produtividade e taxa de inflação dos insumos são difíceis de estimar. Na prática, são utilizados dados históricos como a melhor previsão para as taxas futuras de crescimento.

Também são necessários ajustes, principalmente quando há a transição de um regime de regulação de taxas de retorno para o *price cap*, uma vez que neste último regime há baixo incentivo ao crescimento da produtividade. Assim, quando se passa para o regime de *price cap*, taxas históricas de crescimento da produtividade tendem a subestimar a produtividade que as firmas reguladas podem alcançar efetivamente, o que gera uma distorção. Dessa maneira, fatores de proporcionalização são aplicados. Nestes, estima-se a magnitude em que a produtividade esperada irá superar as produtividades históricas, em virtude dos incentivos inerentes ao regime de *price cap*.

Há também o problema com a disponibilidade dos dados em alguns países. Conseqüentemente, o fator X não pode ser calculado de maneira direta, como descrito acima.

Sappington (2000) elenca algumas possibilidades alternativas para a implementação adequada do cálculo do fator X. A primeira seria o cálculo das mudanças históricas nos preços dos insumos os serviços regulados e requerer que a firma implemente futuras mudanças nos preços que sejam pelo menos tão favoráveis aos consumidores. Uma segunda possibilidade seria utilizar produtividades de outros países vizinhos que se adequassem às necessidades daquele país. Outra forma seria aplicável a países onde firmas atuem em diferentes, mas comparáveis mercados monopolistas. Nestes países, a produtividade imposta a cada firma pode estar ligada às produtividades alcançadas por firmas de outros setores.

Mesmo em cenários onde os dados de produtividade histórica e preço dos insumos estão disponíveis, reguladores podem usar os dados de maneira a produzir estimativas não confiáveis a respeito dos ganhos futuros de produtividade em função de possíveis mudanças significativas na estrutura do mercado. Conseqüentemente, os reguladores devem escolher um fator X baseado em projeções explícitas de futuras receitas e custos levando em conta os dados atuais e mudanças antecipadas no setor, especialmente as mudanças tecnológicas, o que se configura em uma tarefa nada trivial.

### **2.2.2 Tarifação em telefonia fixa no Brasil**

O sistema de tarifação do Plano Básico da telefonia fixa no Brasil foi consolidado com o “Regulamento de Tarifação do Serviço Telefônico Fixo Comutado Destinado ao Uso do Público em Geral – STFC Prestado no Regime Público” (Regulamento de Tarifação), aprovado pela Resolução nº 424 da Anatel, de 6 de dezembro de 2005.

Este regulamento foi publicado no âmbito da renovação dos contratos de concessão de telefonia fixa, em conjunto com outros regulamentos, como a Norma que estabeleceu a metodologia e estrutura da mudança da forma de cobrança de pulsos para minutos<sup>1</sup>, a Norma para o cálculo do IST (Índice do Setor de Telecomunicações), novo índice aplicado aos reajustes da telefonia fixa<sup>2</sup> e a Norma que estabelece a nova metodologia de cálculo do Fator X<sup>3</sup>.

No Regulamento de Tarifação estão presentes as regras e critérios de cobrança das tarifas dos Planos Básicos do STFC. Como no Capítulo 4 deste trabalho serão estimadas as elasticidades locais, nesta subseção serão mostradas apenas as regras do serviço local.

---

<sup>1</sup> Resolução nº 423, de 6 de dezembro de 2005, Aprova a Norma de Alteração da Tarifação do Plano Básico do Serviço Telefônico Fixo Comutado na Modalidade Local Prestado em Regime Público.

<sup>2</sup> Resolução nº 420, de 25 de novembro de 2005, Aprova a Norma para Cálculo do Índice de Serviços de Telecomunicações – IST – Aplicado no Reajuste e Atualização dos Valores Associados à Prestação dos Serviços de Telecomunicações.

<sup>3</sup> Resolução nº 418, de 18 de novembro de 2005, Aprova a Norma para Estabelecimento da Metodologia Simplificada de Cálculo do Fator de Transferência “X” Previsto nas Regras de Reajuste de Tarifas do Serviço Telefônico Fixo Comutado Destinado ao Uso do Público em Geral – STFC.

Os tempos limites aplicados são 6 segundos como unidade de tempo de tarifação, ou seja, toda chamada será faturada com um tempo de duração múltiplo de 6 segundos, e 30 segundos de tempo de tarifação mínima, de maneira que toda chamada será faturada como tendo pelo menos 30 segundos de duração. Além disso, somente as chamadas com duração superior a 3 segundos serão faturáveis.

Os itens tarifários referentes ao Plano Básico são: Tarifa de Habilitação, Tarifa de Assinatura, Tarifa de Mudança de Endereço e Tarifas de Utilização. As tarifas se classificam conforme classe de assinante, que se dividem em Residencial, Não Residencial, Tronco e Especial.

Assinantes da Classe Residencial possuem franquia de 200 minutos ao mês, enquanto que assinantes das classes Não Residencial e Tronco possuem uma franquia de 150 minutos ao mês.

Para chamadas realizadas entre terminais fixos, as tarifas são diferenciadas de acordo com o horário da chamada. Nos horários de 6h às 24h de segunda a sexta-feira e de 6h às 14h dos sábados se aplica a tarifação por tempo de utilização. Das 0h às 6h de segunda a sexta-feira, aos sábados de 0h às 6h e de 14h às 24h e aos domingos de 0h às 24h se aplica a tarifação por chamada atendida, na qual é abatido o valor referente a 2 minutos, independentemente do tempo de duração da chamada. O primeiro grupo de horários supracitado é denominado como Horário Normal, enquanto que o segundo como Horário Reduzido.

Vale salientar que na ocasião da conclusão deste trabalho ainda vigorava a tarifação por pulsos, em função de adiamento pela Anatel do sistema de tarifação por minutos das chamadas locais. No sistema de tarifação por pulsos, aplicam-se os mesmos horários que os citados acima, com a diferença de que neste é cobrado um pulso no horário reduzido, independentemente do tempo de duração da chamada.

A tarifação das chamadas locais por pulsos ocorre de acordo com o método Karlson Acrescido 240 (KA 240), no qual há o abatimento de um pulso de

completamento da chamada, mais um pulso aleatório entre o início e 4 minutos e, a partir de 4 minutos, um pulso a cada 4 minutos.

Mostrada essa sistemática tarifária, parte-se para uma breve explanação do sistema de reajuste das tarifas e do *price cap* brasileiro.

A partir da renovação dos contratos de concessão, passa-se a vigorar o Índice do Setor de Telecomunicações (IST) como índice base para reajuste das tarifas em telefonia fixa. O IST foi construído de modo a levar em conta em sua ponderação outros índices de inflação, com predominância do IPCA (44%), além do IPA – Oferta Global/Máquinas e Equipamentos Industriais (32%) e os 24% restantes pelo IGP-DI, INPC, IPCA – Sub Grupo Energia Elétrica, IPCA – Sub Grupo Correios, IGP-M e SINAPI<sup>4</sup>.

Antes da renovação dos contratos de concessão, o reajuste das tarifas era realizado com base na aplicação do IGP-DI sobre uma cesta de serviços, quais sejam, Habilitação, Assinatura e Tarifa de Utilização, sendo permitida a excursão dos valores dentro da cesta de até 9% (fator de excursão), ou seja, qualquer item da cesta poderia variar em até 9% acima da variação do IGP-DI menos o Fator X, com a devida compensação para baixo dos outros itens da cesta.

Após a renovação, a cesta de reajuste passou a ser composta apenas pelos itens Assinatura e Tarifa de Utilização, com a redução do fator de excursão para 5%.

Dessa maneira, a fórmula de reajuste para a telefonia fixa passou a ser:

$$(Ass_t + n_{t0} \times MIN_t) \leq (1 - k) \times F_t \times (Ass_{t0} + n_{t0} \times MIN_{t0})^5 \quad (2)$$

Onde,

Ass = Valor da Assinatura Média;

$n_{t0}$  = Número médio de minutos faturados por Assinatura do Plano Básico do Serviço Local, incluindo o total de minutos equivalentes às chamadas realizadas

---

<sup>4</sup> Fonte Anatel: [www.anatel.gov.br](http://www.anatel.gov.br)

<sup>5</sup> Fonte: Anatel: Modelo de Contrato de Concessão – Modalidade Local.



em horário reduzido, considerado o intervalo de tempo compreendido entre o último reajuste e o proposto.

*MIN* = Valor do minuto de utilização do serviço local, líquido de tributos incidentes.

$$k = X + FA$$

*X* = Fator de transferência (Fator *X*).

*FA* = Fator de amortecimento, aplicado caso haja variações elevadas no IST<sup>6</sup>.

$$F_t = \frac{IST_t}{IST_{y0}}$$

O termo *k* da equação acima se refere ao fator de desconto de produtividade *X* menos o fator de amortecimento. Antes da prorrogação dos contratos de concessão, o fator *X* era fixado em 1% de maneira exógena para a telefonia local. Com a implementação da Norma do Fator *X* passa-se a considerar efetivamente o ganho de produtividade das empresas, e sua conseqüente transferência para os consumidores.

O fator *X* foi elaborado de modo a haver um compartilhamento de 50% entre consumidores e empresas do ganho de produtividade além de considerar a média dos fatores *X* do setor, aplicando o fator *X* médio a empresas que atingirem uma produtividade menor que a do setor.

A fórmula de cálculo do fator *X* é a seguinte:

$$X = c \cdot \left( 1 - \frac{1}{IPTF} \right) \quad (3)$$

onde,

---

<sup>6</sup> Contrato de Concessão Modalidade Local, Cláusula 12.1, §4º:

“O valor do fator de amortecimento é:

I – 0 (zero) para variações do IST, no período considerado, de até 10% (dez por cento);

II – 0,01 (zero vírgula zero um), para variações do IST, no período considerado, acima de 10% (dez por cento) e até 20% (vinte por cento);

III – 0,02 (zero vírgula zero dois) para variações do IST, no período considerado, acima de 20% (vinte por cento);”

c = fator de compartilhamento;

IPTF = índice de produtividade total dos fatores, composto pela razão das produtividades entre períodos.

A produtividade é calculada como a razão de produtos por insumos. <sup>1</sup> A fator X médio leva em conta o fator X de cada empresa do setor ponderado pela participação no mercado de cada uma medida em termos de terminais em serviço.

A fórmula que demonstra a aplicação da média às empresas com fator X abaixo da média é a seguinte:

$$Fator X = \begin{cases} Fator X_{MÉDIO}; & \text{se } Fator X^i \leq Fator X_{MÉDIO} \\ Fator X^i; & \text{se } Fator X^i > Fator X_{MÉDIO} \end{cases} \quad (4)$$

## **CAPÍTULO 3**

### **TEORIA DA DEMANDA EM TELEFONIA**

Dentre os aspectos teóricos relevantes para a estimação das elasticidades da demanda de serviços de telefonia estão as próprias características dos serviços de telefonia e suas relações com os outros bens e serviços consumidos pelos usuários.

A demanda dos serviços de telefonia tem algumas características não compartilhadas com a demanda da maioria dos bens ou serviços, o que dificulta o conhecimento de sua forma funcional e sua estimação. Para o consumidor ter acesso ao serviço, ele precisa estar conectado a uma rede, de modo que a própria decisão de conectar-se depende de suas preferências e do preço relativo do serviço, existindo uma curva de demanda por acesso. A demanda pelo uso do serviço se refere às condições inerentes à utilização do serviço. A demanda do consumidor pelo acesso ao serviço é, portanto, uma demanda derivada da demanda por uso do serviço.

Um dos fatores que determinam a disposição a pagar pelo acesso é o excedente do consumidor gerado pelo uso do serviço. Assim, a demanda pelo acesso dependerá conjuntamente do preço do acesso e do preço dos serviços consumidos, numa relação de complementaridade (Lamas, 2002). A demanda derivada de acesso também depende da opção de o assinante fazer ou receber chamadas.

Mitchell e Vogelsang (1991) observam que serviços de telecomunicações são produzidos em tempo real e são não armazenáveis. Embora uma demanda individual pareça ser estocástica, a demanda de mercado possui um padrão regular em horários de pico, como no final da manhã e no meio da tarde, de modo a ser estocástica, mas com uma variância menor. As características não

armazenáveis, combinadas com baixos custos variáveis e marginais trazem à tona o clássico problema de *peak-load* na demanda. Fora dos horários de pico, o custo marginal de uma chamada é praticamente zero.

Nesse escopo, Taylor (1994) sugere a existência de quatro aspectos. Primeiramente, a demanda pelos serviços de telefonia é caracterizada pela existência de externalidades de rede, que ocorre devido ao fato de que o acesso à rede não representa utilidade para um usuário se os membros de seu grupo social ou as empresas do qual é cliente não estão conectadas à rede. Nesse sentido, cada vez que um usuário adicional se conecta à rede, gerará uma externalidade positiva aos outros usuários, porque o benefício de acessar a rede aumenta com o número de assinantes. De acordo com Taylor (1994), esta externalidade fornece à telefonia, em certa medida, uma característica de bem público, uma vez que o benefício de um novo assinante conectado à rede é compartilhado pelos outros assinantes. Nesse ponto, cabe salientar que o caráter de bem público atribuído por Taylor se refere à externalidade, de maneira que as características de não-rivalidade e não exclusão não estão presentes nesses bens.

Em segundo lugar, existe uma externalidade no nível das chamadas, i.e., externalidade de consumo. Cada vez que um usuário realiza uma chamada, é presumível que gere uma externalidade para o receptor. Nesta perspectiva, a utilidade de um usuário depende também do consumo dos outros membros da rede.

Em terceiro lugar, a demanda de serviços de telefonia possui um componente estocástico importante, ou seja, o padrão das chamadas dos indivíduos somente irá se modificar perante a ocorrência de eventos inesperados, tais como a ocorrência de enfermidade de parentes ou amigos, acesso a novas informações, a existência de uma tomada de decisões que exija novas necessidades de coordenação etc.

Finalmente, os tipos de chamadas que os usuários realizam são qualitativamente diferentes, de forma que a heterogeneidade nos usos de serviços de telefonia

torna necessária a realização de suposições para a agregação das chamadas, evitando problemas na definição da forma funcional da demanda.

As estimações das elasticidades da demanda devem levar em conta os fatos supramencionados para sua implementação. Não obstante, o aumento da competição dos serviços de telefonia, através da oferta de planos alternativos e promoções, além da proliferação do uso de aparelhos celulares, *paggers*, voz sobre IP e outros torna a tarefa de estimar a demanda por telefonia fixa cada vez mais complexa.

### **3.1. Modelos Teóricos**

Antes da apresentação dos modelos teóricos de telefonia fixa, torna-se importante ressaltar alguns aspectos peculiares para a modelagem teórica desse serviço. Primeiramente, os serviços de telefonia não são consumidos isoladamente, sendo necessária uma rede. Em segundo lugar, como já salientado acima, existe uma diferença entre demanda de acesso e demanda de uso. Além do originador da chamada, existe, logicamente, o receptor, o que gera uma externalidade de uso do serviço. Além disso, existe a externalidade de rede, situação na qual a conexão de um novo usuário à rede confere um benefício aos usuários existentes pelo fato de que o número de telefones alcançados é maior. Essa última externalidade fornece ao serviço de telefonia uma dimensão de bem público (Taylor, 1994).

Tendo em mente tais dificuldades de implementação teórica em telefonia, esta seção apresentará modelos teóricos de demanda em telefonia fixa.

#### **3.1.1. Determinação simultânea da demanda de acesso e de uso**

O modelo abaixo é proposto por Taylor (1994) para determinar simultaneamente as variáveis que influenciam as demandas de acesso e de uso do sistema telefônico, num contexto em que o número ótimo de usuários, i.e., o tamanho ótimo da rede, como proporção da população é determinado endogenamente.

Mais precisamente, a questão do tamanho ótimo da rede telefônica será relevante para a análise a seguir, na medida em que a demanda por telefonia cresce endogenamente em função de externalidades de consumo.

O consumidor representativo possui uma cesta potencial de mercado que consiste em dois bens, chamadas telefônicas ( $q$ ) e outro bem ( $x$ ) que representa todos os outros bens e serviços desse consumidor. Ainda, sejam  $N$  o número de usuários do sistema telefônico e  $\delta$  uma variável dicotômica, definida de maneira que:

$$\delta = \begin{cases} 1 & \text{se o consumidor está conectado ao sistema telefônico} \\ 0 & \text{caso contrário.} \end{cases} \quad (5)$$

O consumidor possui uma função utilidade  $U$  com  $q$ ,  $x$  e  $N$  como argumentos, sendo que  $N$  representa a externalidade de rede e assume-se que  $\frac{\partial U}{\partial N} > 0$ .

Assumem-se, ainda, as propriedades neoclássicas tradicionais de  $U$  com respeito aos argumentos  $q$  e  $x$ .

$$U = U(q, x, N) \quad (6)$$

Seja a restrição orçamentária do consumidor dada por:

$$(r + \pi q) + px = \mu \quad (7)$$

onde:

$r$  = preço de acesso ao sistema telefônico.

$\pi$  = preço de uma chamada.

$p$  = preço do bem numérico  $x$ .

$\mu$  = renda do consumidor.

Taylor (1994) propõe a derivação das funções de demanda de acesso e uso através de um procedimento de maximização em duas etapas. Na primeira etapa, os benefícios líquidos do uso do sistema telefônico são calculados condicionados ao acesso, enquanto que na segunda etapa, os benefícios líquidos são

comparados com os custos de acesso, de forma a determinar se o acesso irá ser adquirido de fato.

Na primeira etapa, assume-se que  $\delta = 1$  e se maximiza o Lagrangeano da função utilidade sujeita à restrição orçamentária.

$$L = U(q, x, N) - \lambda(\pi q + px - \mu + r) \quad (8)$$

Maximiza-se a função acima com respeito a  $q$ ,  $x$  e  $\lambda$ . Dessa maneira, as condições de primeira ordem são:

$$\frac{\partial L}{\partial q} = U_q - \lambda\pi = 0 \quad (9)$$

$$\frac{\partial L}{\partial x} = U_x - \lambda p = 0 \quad (10)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = \pi q + px - \mu + r = 0 \quad (11)$$

Por essas três equações, é possível derivar as funções de demanda por chamadas e por outros bens:

$$q = q(\pi, p, N, \mu - r) \quad (12)$$

$$x = x(\pi, p, N, \mu - r) \quad (13)$$

Essas funções diferem de funções convencionais de demanda em dois aspectos: (1) a restrição orçamentária é  $\mu - r$ , e não apenas  $\mu$ , o que reflete o fato de o uso ser condicionado ao acesso e (2) as funções de demanda dependem do número de assinantes conectados ao sistema telefônico, o que reflete as externalidades de acesso e de chamada.

Para determinar os benefícios líquidos do consumidor pelo uso do sistema telefônico define-se o excedente do consumidor. Então, seja a função de demanda inversa por chamadas obtida resolvendo a equação (10).

$$\pi = g(q, p, N, \mu - r) \quad (14)$$

Conseqüentemente, o excedente do consumidor ( $S$ ) em realizar  $q$  chamadas será:

$$S = \int_0^q g(q, p, N, \mu - r) dz - \pi q \quad (15)$$

No passo 2, os benefícios líquidos do consumidor em utilizar o sistema telefônico são comparados aos custos de acesso ao sistema. Se  $S$  for pelo menos igual a  $r$ , os benefícios superam os custos e o consumidor adere ao sistema. Então:

$$\delta = \begin{cases} 1 & \text{se } S \geq r \\ 0 & \text{se } S < r \end{cases} \quad (16)$$

Se no passo 2 for encontrado que o consumidor adere ao sistema, a análise condicional do passo 1 torna-se não condicional, i.e., as funções de demanda por chamadas e outros bens e serviços dadas pelas equações (12) e (13) e são as reais funções de demanda. No entanto, se no passo 2 for encontrado que o consumidor não adere, as equações (12) e (13) não se aplicam, de modo que  $q=0$ . A função utilidade de (6) será:

$$U = U(x) \quad (17)$$

e a restrição orçamentária será reduzida a:

$$px = \mu \quad (18)$$

Conseqüentemente, a função de demanda por  $x$  será dada por:

$$x = \frac{\mu}{p} \quad (19)$$

O próximo passo será estender a análise para toda a população. Na discussão que se segue, a demanda de uso continuará sendo identificada pelo número de chamadas, enquanto a demanda por acesso será identificada como a proporção da população que está conectada à rede. Seja  $Q$  o número de chamadas feitas pelos assinantes do sistema telefônico. Assume-se que  $Q$  seja uma função do preço de uma chamada ( $\pi$ ), do preço dos outros bens e serviços ( $p$ ), do custo de acesso ( $r$ ), o número de assinantes ( $N$ ) e a renda agregada ( $Y$ ).

$$Q = Q(\pi, p, r, N, Y) \quad (20)$$



A única diferença entre as funções de demanda individual e agregada é que, nesta última, o preço de acesso  $r$  está inserido separadamente, ao invés de subtrair da renda. Entretanto, é possível postular a restrição orçamentária como  $y - rN$ .

Voltando à demanda agregada por acesso, denota-se  $M$  como o tamanho da população. Então, na linha de (16) define-se:

$$\delta = \begin{cases} 1 & \text{se o indivíduo conecta-se ao sistema telefônico} \\ 0 & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (21)$$

Assim,

$$N = \sum_{n=1}^N \delta_n \quad (22)$$

Nesse caso, a quantidade que se deseja explicar é a proporção da população que está conectada à rede,  $N/M$ .

Para tanto, prossegue-se definindo  $S_n$  como o excedente do consumidor do indivíduo  $n$  associado com seu uso do sistema telefônico.

$$S_n = \int_0^{q_n} g_n(q, p, N, \mu_n - r) dq - q\pi \quad (23)$$

De (16),

$$\delta = \begin{cases} 1 & \text{se } S_n \geq r \\ 0 & \text{se } S_n < r \end{cases} \quad (24)$$

Segue que  $\delta_n$  é uma função de  $\pi$ ,  $p$ ,  $N$ ,  $r$  e  $\mu_n$ . Dado que  $\pi$ ,  $p$ ,  $N$  e  $r$  são independentes de  $n$ ,  $\delta_n$  irá variar entre consumidores na população seja por diferenças nas preferências ou por diferenças na renda. Por enquanto, assume-se que todos possuem as mesmas preferências.

Dado que  $N = \sum \delta_n$  e  $\delta_n$  depende do valor de  $S_n - r$ ,  $N$  irá depender da distribuição de  $S_n - r$ . Uma vez que as preferências são consideradas constantes, segue que a distribuição de  $S_n - r$  irá depender da distribuição da renda. Logo,  $N$  também irá depender da distribuição de renda.

Para um dado  $M$  e com  $S_n$  tratado como uma variável aleatória,  $N$  será determinado pela probabilidade de  $S_n$  ser maior que  $r$ .

$$P(S_n > r) = 1 - F(r) = 1 - \int_0^r f(S_n) dS_n \quad (25)$$

onde  $f(S_n)$  e  $F(S_n)$  são as funções da densidade e da distribuição de  $S_n$ . Sob os pressupostos mencionados, a distribuição de  $S_n$  será relacionada com a distribuição de renda, como definido na expressão (23). Mais precisamente, denota-se  $h(\mu_n)$  representando a função densidade de  $\mu$ . Então, aplicando a fórmula de mudança de variável,  $f(S_n)$  será relacionado com  $h(\mu_n)$  de acordo com:

$$f(S_n) = h[\mu_n(S_n)] \quad (26)$$

onde  $\mu_n(S_n)$  descreve  $\mu_n$  como função de  $S_n$ , obtida resolvendo a equação (23) para  $\mu_n$ . Os outros argumentos de (23), quais sejam,  $q_n$ ,  $p$ ,  $N$  e  $r$ , são presumidas na forma funcional de  $\mu_n(S_n)$ . Cabe observar que, dado que a utilidade marginal de uma chamada é considerada positiva,  $S_n$  na equação (23) será uma função positiva de  $\mu_n$ , assim, é possível que a equação (23) seja, de fato, inversível.

Continuando, denota-se  $H$  como a função de distribuição de  $\mu_n$ . Dessa maneira, pode-se reformular a expressão (25) como:

$$P(S_n > r) = P[\mu_n > \mu^*(r)] = 1 - H[\mu^*(r)] = 1 - \int_0^{\mu^*(r)} h(\mu_n) d\mu_n \quad (27)$$

De modo equivalente,  $\mu^*(r)$  pode ser determinado pela solução da equação:

$$H(\mu^*) = F(r) \quad (28)$$

assim, dado  $M$  e a suposição que as preferências não variam, a proporção da população que se conecta ao sistema telefônico será dada por:

$$\frac{N}{M} = P(S_n > r) = P[\mu_n > \mu^*(r)] = 1 - \int_0^{\mu^*(r)} h(\mu_n) d\mu_n \quad (29)$$

ou

$$\frac{N}{M} = \int_{\mu^*(r)}^{\infty} h(\mu_n) d\mu_n \quad (30)$$

A equação (30) pode ser identificada como pertencente à família de modelos de escolha discreta. Nesta terminologia,  $\mu^*(r)$  pode ser interpretado como um “valor mínimo” para a renda. Se o consumidor não atinge esse valor, não se conecta ao sistema telefônico. Se atingir ou ultrapassar, ele se conecta.

Todavia, no presente contexto, é possível especificar como surge este valor mínimo, o qual é determinado pelo excedente do consumidor gerado pelo uso do sistema telefônico comparado com o custo de acesso. Sob as suposições aqui consideradas, uma variação no excedente do consumidor é causada por variação na renda. Então, nesse caso, a proporção da população que demanda acesso ao sistema telefônico será determinado pela distribuição de renda, como pode ser visto pela equação (29) ou (30).

Pelas equações (23), (25) e (26), pode-se reescrever a expressão (30) como:

$$\frac{N}{M} = \Phi(\pi, p, r, N, Y) \quad (31)$$

onde  $\Phi$  é uma função que engloba em seu formato  $S_n$  da expressão (23), a mudança de variável da expressão (25) e a integral da expressão (26). A

distribuição de renda é representada em (31) por  $Y$ , o nível de renda agregado. As equações (20) e (31) compreendem, de maneira geral, um estrutura padrão de modelo de demanda em telefonia para uma população de consumidores residenciais.

A equação (20) descreve o número total que são feitas pelos assinantes, enquanto a equação (31) descreve a proporção da população que demanda acesso à rede. Assim, a equação (20) representa a demanda de uso e a equação (31) a demanda de acesso.

A seguir, apresentam-se as relações entre as elasticidades renda e preço das demandas de acesso e uso. Foi mostrado que a demanda por acesso à rede telefônica depende do excedente do consumidor do uso. Nesse sentido, não é correto tratar acesso e uso como mercados independentes e, particularmente, tratar a elasticidade preço por acesso como independente da elasticidade preço por uso.

Seguindo a linha da equação (25), pode-se concluir que, para um indivíduo escolhido aleatoriamente, a probabilidade de o indivíduo se conectar ao sistema telefônico será dada por:

$$P(\text{acesso}) = P(S > r) = 1 - F(r) \quad (32)$$

onde  $F$  denota a função de distribuição de  $S$ .

Nesse ponto, o objetivo é calcular as derivadas parciais da expressão (32) com respeito a  $\pi$  e  $r$  na margem em que se torna vantajosa a conexão ao sistema telefônico, que é o ponto onde  $S=r$ . Denotando esse valor de  $S$  por  $S^*$ , tem-se:

$$\frac{\partial P}{\partial \pi} = -f(r) \left( -\frac{\partial S^*}{\partial \pi} \right) \quad (33)$$

$$\frac{\partial P}{\partial R} = -f(r) \left( -\frac{\partial S^*}{\partial r} \right) \quad (34)$$

onde  $f$  denota a função densidade de  $S$ . Uma vez que  $\partial S / \partial \pi = -q$ , (33) pode ser reescrita como:

$$\frac{\partial P}{\partial \pi} = -f(r)q^* \quad (35)$$

onde  $q^*$  representa o valor de  $q$  associado com  $S^*=r$ .

Para  $\frac{\partial S^*}{\partial r}$ , tem-se uma primeira aproximação, que envolve a linearização da função de demanda por uso e, então, aplicar a forma quadrática da função através do Teorema de Pitágoras (ver Taylor, 1994). Então:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S^*}{\partial r} &= \left[ q^{*2} + \left( \frac{q^*}{\frac{\partial q}{\partial \pi}} \right)^2 \right]^{1/2} \frac{\partial q}{\partial r} \\ &= q^*(1 + \phi^2)^{1/2} \frac{\partial q}{\partial r} = -q^*(1 + \phi^2)^{1/2} \frac{\partial q}{\partial \mu} \end{aligned} \quad (36)$$

Uma vez que  $\frac{\partial q}{\partial r} = -\frac{\partial q}{\partial \mu}$  e  $\phi$  representa a flexibilidade de preço de  $q$ , definida

como  $1/\partial q/\partial \pi$ , tem-se para  $\partial P/\partial r$  o seguinte:

$$\frac{\partial P}{\partial r} = -f(r) \left[ 1 + q^*(1 + \phi^2)^{1/2} \frac{\partial q}{\partial \mu} \right] \quad (37)$$

A divisão de (35) por (37) resulta em:

$$\frac{\frac{\partial P}{\partial \pi}}{\frac{\partial P}{\partial r}} = \frac{q^*}{1 + q^*(1 + \phi^2)^{1/2} \left( \frac{\partial q}{\partial \mu} \right)} \quad (38)$$

ou, em termos de elasticidades:

$$\frac{\eta_{m\pi}}{\eta_{mr}} = \frac{\pi q^*}{r} \cdot \frac{1}{1 + \left( \frac{q^{*2}}{\mu} \right) (1 + \phi^2)^{1/2} \eta_{q\mu}} \quad (39)$$

onde  $\eta_{m\pi}$  representa a elasticidade da probabilidade de acesso em relação ao preço de uso,  $\eta_{mr}$  representa a elasticidade da probabilidade de acesso em relação ao preço de acesso e  $\eta_{q\mu}$  representa a elasticidade renda do acesso ao sistema telefônico. Dado que  $q^{*2}/\mu$  (que representa o quadrado do uso dividido pela renda na margem de conexão ao sistema) será, em geral, um número pequeno, na ordem de 0,1, o segundo fator do lado direito de (39) pode ser ignorado (Taylor, 1994), de modo a resultar em:

$$\frac{\eta_{m\pi}}{\eta_{mr}} \cong \frac{\pi q^*}{r} \quad (40)$$

A expressão (40) afirma que a proporção das elasticidades da demanda de acesso em relação aos preços de uso e acesso, respectivamente, é aproximadamente igual à proporção de seus respectivos gastos. Esse resultado apresenta uma ligação fundamental entre as inclinações e elasticidades preço das demandas por acesso e por uso.

O intuito da apresentação desse modelo foi mostrar a ligação supracitada, uma vez que a implementação econométrica para estimar aquelas elasticidades tem se mostrado pouco efetiva (Taylor, 1994).

### **3.1.2. Extensões do Modelo Básico**

#### **3.1.2.1. Dimensões da distância e duração da chamada da demanda em telefonia**

Esta subseção continua seguindo a exposição de Taylor (1994). Para uma dada classe de assinante, uma chamada telefônica possui quatro dimensões: tipo de chamada, horário, distância e duração. Desse modo, as empresas de telefonia utilizam essas dimensões para realizar a tarifação do serviço. Vale salientar que, em muitos casos, os esquemas de tarifação seguem, grosso modo, a regra de preço igual a custo marginal (tarifas diferenciadas entre dia e noite, e dias de semana e fins de semana). Entretanto, em alguns casos, os mercados de acesso e local subsidiam o mercado de longa distância.

Nesta e na próxima subseção serão ilustrados como os fatos supramencionados podem ser integrados à estrutura teórica da demanda em telefonia fixa. O primeiro objetivo é mostrar as complicações teóricas inerentes a tarifas multi partes, i.e., tarifas que incidem de modo não linear de acordo com o tempo de duração da chamada. Como consequência, o preço médio da chamada por período (minuto) não se iguala ao custo marginal.

Para analisar o problema de tarifas multi partes, assume-se  $q$  como sendo uma chamada medida em minutos e ainda:

- Primeiras  $q_1$  ou menos unidades de  $q$  ao preço  $r$ ;
- De  $q_1$  a  $q_2$  unidades de  $q$  ao preço  $\pi_0$ /unidades de  $q$ ;
- Mais que  $q_2$  unidades de  $q$  ao preço  $\pi_1$ /unidades de  $q$ .

Onde se assume que  $\pi_0 > \pi_1$ . Ainda, um segundo bem  $x$  pode ser comprado em quantidades ilimitadas ao preço  $p$  por unidade. O consumidor possui uma função utilidade  $U(q,x)$  que é maximizada sujeita ao nível de renda.

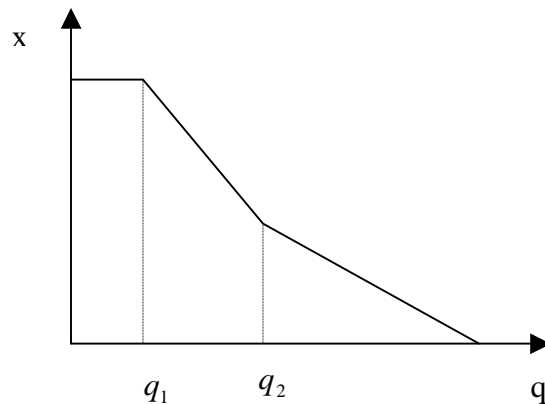


Figura 1 – Restrição orçamentária com preços não lineares

Com uma tarifa multi parte para  $q$ , a restrição orçamentária se torna não linear. Sua forma geral é dada pela Figura 1, enquanto que é expressa algebricamente por:

$$r + \Psi_0(\pi_0, q, q_1, q_2) + \Psi_1(\pi_1, q, q_2) + px = \mu \quad (41)$$

onde,

$$\Psi_0(\pi_0, q, q_1, q_2) = \begin{cases} 0 & \text{se } q \leq q_1 \\ \pi_0(q - q_1) & \text{se } q_1 < q \leq q_2 \\ \pi_0(q_2 - q_1) & \text{se } q > q_2 \end{cases} \quad (42)$$

$$\Psi_1(\pi_1, q, q_2) = \begin{cases} 0 & \text{se } q \leq q_2 \\ \pi_1(q - q_2) & \text{se } q > q_2 \end{cases} \quad (43)$$

O segmento horizontal da restrição orçamentária da Figura 1 corresponde a uma cobrança fixa de  $r$  para o consumo das primeiras  $q_1$  unidades de  $q$ . O segmento linear entre  $q_1$  e  $q_2$  possui inclinação igual a  $-\pi_0/p$  e corresponde ao bloco  $\pi_0$  do esquema tarifário acima. Finalmente, o segmento a partir de  $q_2$ , com inclinação igual a  $-\pi_1/p$ , corresponde à parte  $\pi_1$ .

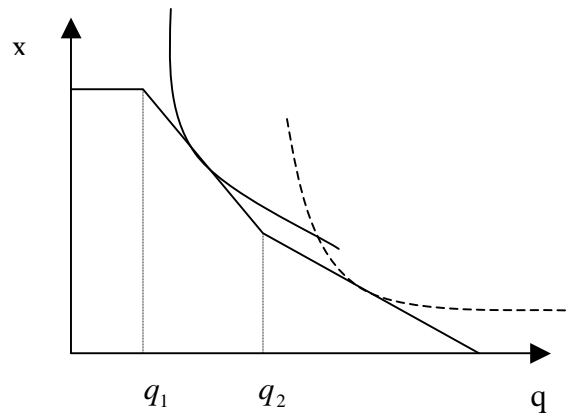


Figura 2 – Equilíbrio do consumidor com preços não lineares

A restrição orçamentária em (41) é não linear e não convexa, o que acarreta conseqüências não desejáveis à função de demanda e curva de Engel, o que leva a uma análise por meio das Figuras 2 até 7. A Figura 2 mostra os pontos de equilíbrio para dois diferentes mapas de indiferença. A curva de indiferença sólida fornece um equilíbrio tangenciando a restrição orçamentária cuja inclinação é de  $-\pi_0/p$ , enquanto a que corresponde a curva pontilhada fornece um equilíbrio cuja inclinação da restrição orçamentária é de  $-\pi_1/p$ . A Figura 3 mostra um



aumento em  $\pi_0$  mantendo  $\pi_1$  constante, enquanto que a Figura 4 descreve um aumento em ambos. Nas Figuras 3 e 4, o equilíbrio após o aumento de preço permanece no mesmo segmento da restrição orçamentária, mas isso nem sempre ocorre, como é possível observar pela Figura 5, uma vez que o aumento de preços leva o consumidor a outro segmento da restrição orçamentária, pagando um preço maior.

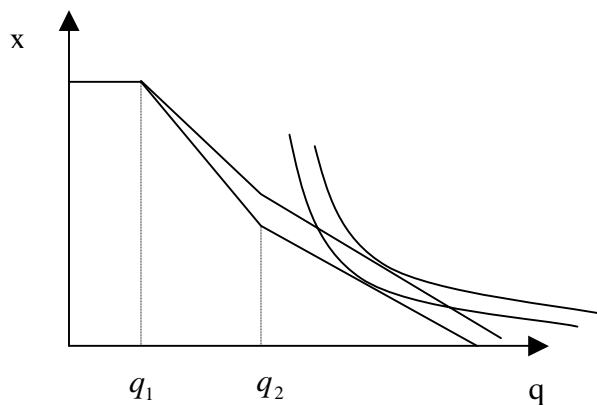


Figura 3– Efeito da mudança intramarginal nos preços

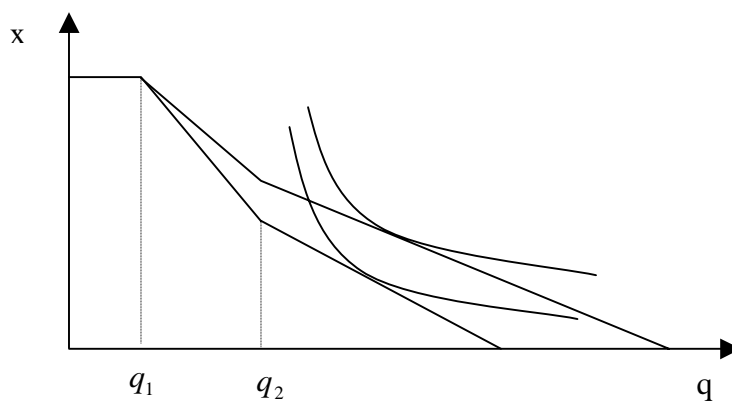


Figura 4– Efeito das mudanças intramarginal e marginal nos preços

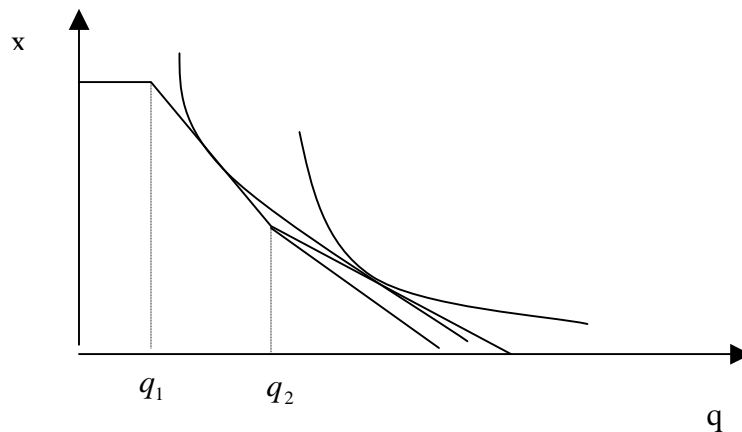


Figura 5– Aumento de preço e mudança da posição da curva de indiferença

A Figura 6 mostra que, quando há um aumento na renda, pode haver a mudança da taxa marginal de equilíbrio. Também é possível ocorrer o caso no qual a curva de indiferença tangencia as duas restrições orçamentárias, resultando em um equilíbrio múltiplo, como mostra a Figura 7.

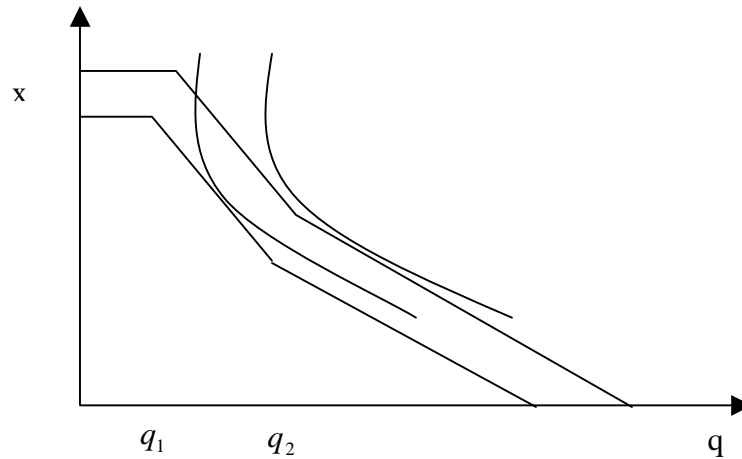


Figura 6 – Efeito de mudança na Renda

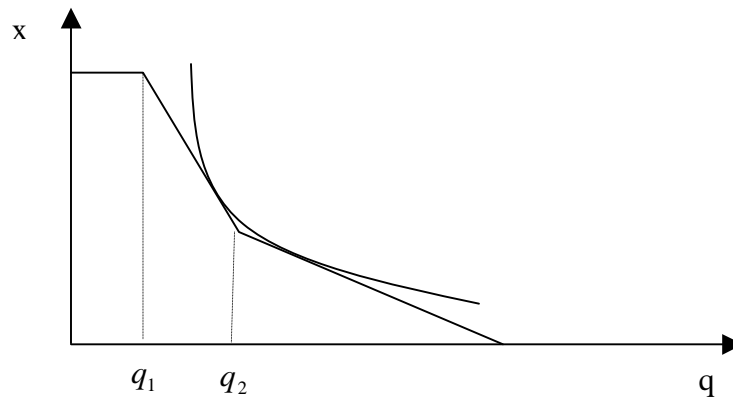


Figura 7– Equilíbrio Múltiplo

Algumas considerações podem ser feitas a partir das Figuras 2 a 7. Pela Figura 5, é evidente que as funções de demanda serão descontínuas, com saltos nos pontos em que há quebras na restrição orçamentária. Pela figura 6, isto também se configura como verdadeiro para a Curva de Engel.

### 3.1.2.2. Tarifas em função do período do dia

As companhias telefônicas cobram preços diferentes para chamadas locais e de longa distância (principalmente) dependendo da hora do dia e do dia em que estas são realizadas, com o intuito de controlar a quantidade de chamadas em horários de pico. Com isso, os custos de operação de suas redes são minimizados.

Nesta seção, serão consideradas as implicações teóricas desse tipo de tarifação, sob a suposição de que existem dois períodos de tarifação, dia e noite.

Sejam  $\pi^d$  o preço de uma chamada durante o dia e  $\pi^n$  durante a noite, ainda,  $q^d$  e  $q^n$  a quantidade de chamadas durante o dia e a noite, respectivamente. A função utilidade será:

$$U = U(q^d, q^n, x, N) \quad (44)$$

e a restrição orçamentária será:

$$(\pi^d q^d + \pi^n q^n + r) + px = \mu \quad (45)$$

As funções de demanda por  $q^d$  e  $q^n$  condicionadas ao acesso serão dadas por:

$$q^d = q^d(\pi^d, \pi^n, p, N, \mu - r) \quad (46)$$

$$q^n = q^n(\pi^d, \pi^n, p, N, \mu - r) \quad (47)$$

O acesso será comprado pelo consumidor (i.e.  $\delta$  será igual a 1) se:

$$S_d + S_n \geq r \quad (48)$$

onde

$$S_d = \int_0^{q^d} g^d(z, \pi^n, p, N, \mu - r) dz - \pi^d q^d \quad (49)$$

$$S_n = \int_0^{q^n} g^n(z, \pi^d, p, N, \mu - r) dz - \pi^n q^n \quad (50)$$

e onde  $g^d(\bullet)$  e  $g^n(\bullet)$  são as funções de demanda inversa de (46) e (47).

Nessa extensão, não há novas questões a serem levantadas. O que há de se salientar é que, em geral, espera-se que as chamadas durante o dia e durante a noite sejam substitutas, i.e. que  $\partial q^d / \partial \pi^n$  e  $\partial q^n / \partial \pi^d$  sejam positivos.

### 3.1.2.3. Elasticidades da Firma *versus* Elasticidades do Mercado

Um dos principais resultados da teoria econômica é que a função de demanda com a qual a firma se defronta operando em uma indústria com vários ofertantes será mais elástica que a função de demanda com a qual um monopolista se defronta. Assim, nesta seção será mostrado como as elasticidades da firma e da indústria se relacionam. Por simplicidade, será assumido que existem apenas duas firmas no mercado.

Sejam as funções de demanda das duas firmas dadas por:

$$q_1 = a_0 - a_1 p_1 - a_2 (p_1 - p_2) \quad (51)$$

$$q_2 = b_0 - b_1 p_2 - b_2 (p_2 - p_1) \quad (52)$$

onde  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $p_1$ ,  $p_2$  denotam as quantidades produzidas e os preços, respectivamente. A função de demanda da indústria é dada por:

$$q = q_1 + q_2 = a_0 + b_0 - (a_1 + a_2 - b_2)p_1 - (b_1 + b_2 - a_2)p_2 \quad (53)$$

As derivadas parciais das quantidades em relação ao preço são:

$$\frac{\partial q_1}{\partial p_1} = -a_1 - a_2 + a_2 \frac{\partial p_2}{\partial p_1} \quad (54)$$

$$\frac{\partial q_2}{\partial p_2} = -b_1 - b_2 + b_2 \frac{\partial p_1}{\partial p_2} \quad (55)$$

onde  $\partial p_2 / \partial p_1$  representa a resposta competitiva pela firma 2 em função de uma mudança de preço da firma 1, ocorrendo o mesmo para  $\partial p_1 / \partial p_2$ . Para a demanda da indústria, as derivadas parciais são:

$$\frac{\partial q}{\partial p_1} = -a_1 - a_2 + b_2 - (b_1 + b_2 - a_2) \frac{\partial p_2}{\partial p_1} \quad (56)$$

$$\frac{\partial q}{\partial p_2} = -b_1 - b_2 + a_2 - (a_1 + a_2 - b_2) \frac{\partial p_1}{\partial p_2} \quad (57)$$

Obviamente, uma variedade de respostas competitivas ao preço é possível. Os dois extremos ocorrem quando  $\partial p_i / \partial p_j = 0$  e  $\partial p_i / \partial p_j = 1$ . Para o primeiro caso, as elasticidades das firmas são dadas por:

$$\eta_{p1} = -(a_1 + a_2) \frac{p_1}{q_1} \quad (58)$$

$$\eta_{p1} = -(a_1 + a_2) \frac{p_1}{q_1} \quad (59)$$

Enquanto que para o segundo caso:

$$\eta_{p1} = -a_1 \frac{p_1}{q_1} \quad (60)$$

$$\eta_{p2} = -b_1 \frac{p_2}{q_2} \quad (61)$$

Uma vez que  $a_2$  e  $b_2$  são positivos, as elasticidades em (58) e (59) são claramente maiores que em (60) e (61).

Para atrair clientes,, uma nova firma entrando em um mercado que antes possuía apenas um ofertante terá de cobrar um preço menor que o da incumbente. Isso produzirá dois efeitos: alguns clientes da incumbente irão migrar para a entrante e alguns dos que migraram irão aumentar seu consumo em função do menor preço.

Nesse ponto, surgem duas questões: (1) Quais clientes irão migrar e (2) A elasticidade preço dos que migraram será diferente da elasticidades preço dos clientes que permaneceram com o incumbente?

Para analisar essas questões, será útil assumir uma forma funcional conveniente para as funções de demanda individual, seja:

$$q = Ay^\alpha e^{-\beta p} \quad (62)$$

onde  $q$ ,  $y$  e  $p$  denotam o tráfego utilizado, a renda e o preço, respectivamente. Para um consumidor da firma incumbente que migra para a entrante, os benefícios devem superar os custos. Como anteriormente, os benefícios serão medidos pelo excedente do consumidor pelo uso. Tendo como referência a função de demanda acima, tem-se:

$$CS = \frac{Ay^\alpha e^{-\beta p}}{\beta} \quad (63)$$

Por razões a serem explicadas em seguida, os custos de migração serão aproximados em termos de um ponto de partida para a ocorrência dos benefícios. Que será denotado por  $B^*$ . o cliente irá migrar se:

$$CS > B^* \quad (64)$$

As Figuras 8 e 9 mostram a função de demanda na expressão (63) para dois valores de  $\beta$  e dois níveis de renda. A Figura 8 mostra  $\beta$  variando, enquanto a renda varia na Figura 9. A curva  $\beta_1$  da Figura 8 representa um valor maior de  $\beta$ , enquanto a curva  $y_2$  da Figura 9 representa um valor maior da renda. O preço cobrado pela incumbente é denotado por  $p_1$  nas figuras, enquanto  $p_2$  representa o menor preço da entrante. Os benefícios da migração são dados pelas áreas sombreadas. Obviamente, os ganhos da função de demanda  $\beta_2$  são maiores que os da demanda  $\beta_1$ , ocorrendo de modo similar para  $y_1$  e  $y_2$ . Pelas figuras, é possível concluir, *ceteris paribus*, que o consumidor estará mais propenso a migrar::

- (1) Quanto menor for a elasticidade-preço da demanda do consumidor e
- (2) Quanto maior for a renda do consumidor.

O primeiro resultado pode parecer contraintuitivo, considerando a resposta a variações de preço e substitutos para o bem em questão. Consumidores com elevado uso irão ganhar mais, em termos de excedente, com um preço menor que consumidores com uso reduzido e, sob as suposições feitas para as Figuras 8 e 9, um consumidor com uma pequena elasticidade preço terá um uso mais elevado,

*ceteris paribus*, que um consumidor com uma elasticidade preço maior. Portanto, grandes usuários com pequena elasticidade de preço são os mais fortes candidatos à migração.

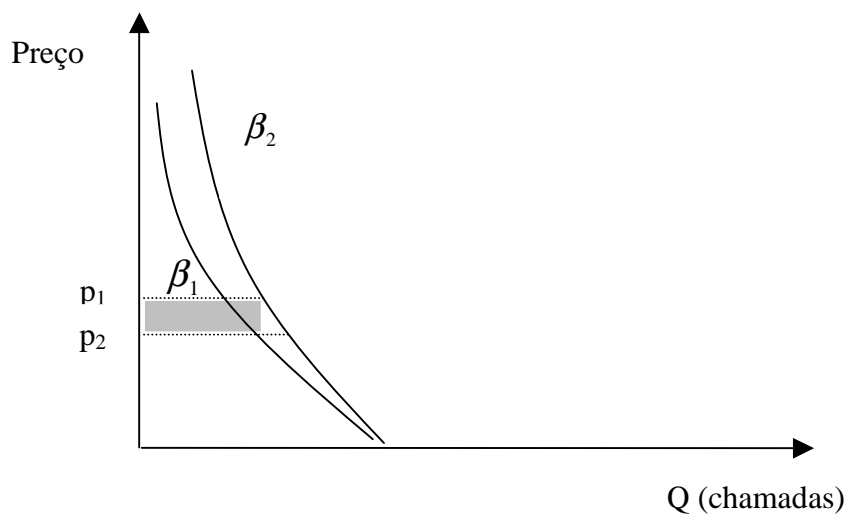


Figura 8 – Benefícios da migração para diferentes valores de  $\beta$

Passa-se, agora, a tratar dos custos de migração, que não incluem apenas os custos de transação da mudança, como também fatores subjetivos como a marca estabelecida no mercado pelo incumbente, além de outros fatores como inércia e ignorância.

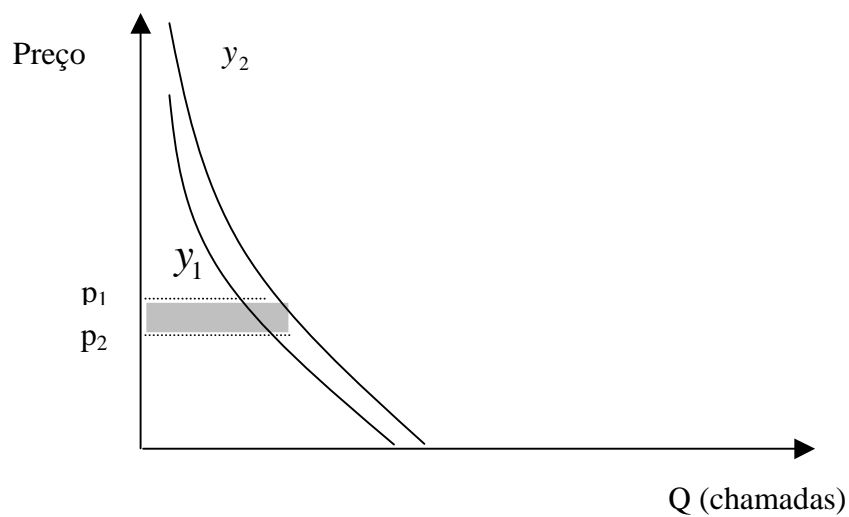


Figura 9 – Benefícios da migração para diferentes níveis de renda

Todos esse fatores estão representados em  $B^*$  na expressão (64). Os fatores objetivos podem ser superados, em certo grau, através de propaganda e outros instrumentos de *marketing*.

Pode-se concluir que consumidores que migram para uma entrante serão usuários maiores com menor elasticidade preço, ao invés de consumidores menores, que permanecem com a incumbente. Isso, também, pode parecer contraintuitivo, mas é uma implicação direta das curvas de demanda da Figura 8. Esta fornece uma base teórica para que os descontos de preço sejam mais estreitos à medida que as parcelas de mercado se estabilizam nos anos após a entrada. Quando passa a existir um grupo de clientes satisfeitos que dedicam certa fidelidade àquela empresa, a entrante pode reduzir o desconto sem receio de efeitos adversos em sua receita. Isso ocorre pelo fato de que o desconto segmenta o mercado, de modo que o desconto pode ser estreitado sem induzir o cliente a voltar para a incumbente.

Definidas as elasticidades preço para firmas individuais, passa-se, agora para as expressões da elasticidade preço da indústria, como um todo. Para tanto, retorna-se às funções de demanda definidas em (50) e (51).

Assume-se que firma 1 é a dominante e a firma 2 cobra um preço com desconto de  $1 - \lambda$  em relação a  $p_1$  ( $0 < \lambda < 1$ ). A firma 1 é líder de preço e  $p = p_1$  e  $p_2 = \lambda p_1 = \lambda p$ . Pela expressão (52), tem-se:

$$\frac{\partial q}{\partial p} = -a_1 - a_2 + b_2(b_1 + b_2 - a_2)\lambda \quad (64)$$

a elasticidade preço da indústria será dada por:

$$\eta_p = [(a_1 + a_2 - b_2) + (b_1 + b_2 - a_2)\lambda] \frac{p}{q} \quad (65)$$

Uma elasticidade preço da indústria como esta é provavelmente de limitado interesse, pelo fato de não ser possível conhecer como se comportará a indústria mediante a variações de preço não proporcionais em  $p_1$  e  $p_2$ . Para analisar esse



problema, retorna-se às expressões (55) e (56) e define-se duas elasticidades preço “parciais” da indústria.

$$\eta_{p_1} \equiv \frac{\partial q}{\partial p_1} \cdot \frac{p_1}{q} = - \left[ a_1 + a_2 - b_2 + (b_1 + b_2 - a_2) \frac{\partial p_2}{\partial p_1} \right] \cdot \frac{p_1}{q} \quad (66)$$

$$\eta_{p_2} \equiv \frac{\partial q}{\partial p_2} \cdot \frac{p_2}{q} = - \left[ b_1 + b_2 - a_2 + (a_1 + a_2 - b_2) \frac{\partial p_1}{\partial p_2} \right] \cdot \frac{p_2}{q} \quad (67)$$

Infelizmente, muitos parâmetros estão envolvidos para que se possa delinear uma conclusão definitiva a respeito das dimensões relativas dessas duas elasticidades. Como antes, suas dimensões absolutas dependem crucialmente das respostas das duas firmas à mudança de preço da outra.

Considerando, ainda, a discussão referente a migração, pode-se esperar que a firma 1 reaja mais a mudanças de preço feitas pela firma 2 do que o contrário, mas isso irá depender se a firma 2 está aumentando ou diminuindo seu preço. A firma 1 irá responder mais fortemente a uma queda de preço do que a um aumento. Segue-se que as dimensões das duas elasticidades preço irão, provavelmente, depender de se o desconto da firma é maior ou menor.

Da discussão anterior, é possível esperar  $a_1 > b_1$  e  $a_2 > b_2$ . Finalmente, assumindo a hipótese de  $p_2 < p_1$ , não é possível concluir que  $\eta_{p_1}^q$  será maior que  $\eta_{p_2}^q$ , ou *vice versa*, e nem que uma ou ambas elasticidades acima serão maiores que  $\eta_p$  na expressão (65). A conclusão mais surpreendente que se pode tirar dessa análise é a possibilidade que  $\eta_{p_2}^q$  seja menor que  $\eta_{p_1}^q$ .

#### 3.1.2.4. A Hipótese PDDAPE

Em pesquisas empíricas sobre demanda em telecomunicações, existe a verificação de uma relação positiva entre a distância da chamada e a elasticidade preço da demanda, ou seja, quanto maior a distância mais elástica a demanda. Esse efeito foi denominado por Ouwersloot e Rietveld (2001) como PDDAPE (*Positive Distance Dependence of the Absolute Price Elasticity*). Esse efeito é mais observado quando se comparam distâncias dentro de países, não sendo

claramente exibidas para chamadas de longa distância internacional, e para elasticidades de longo prazo (Ouwensloot e Rietveld, 2001).

Esse trabalho destaca como sendo três as principais causas para a ocorrência do efeito PDDPE:

- i. O argumento do preço;
- ii. O argumento da heterogeneidade das chamadas e;
- iii. O argumento da interação espacial.

A seguir, expõe-se estes três argumentos teóricos e a relevância de cada um, baseado no trabalho supracitado.

(1) O argumento do preço.

Grosso modo, este argumento se apóia sobre a própria fórmula da elasticidade  $((\partial q/\partial p) \cdot (p/q))$ . Dado que o preço está contido na expressão, é um efeito natural que a elasticidade cresça com o preço.

Seja uma função de demanda genérica:

$$q = q(x, L, p) \tag{68}$$

onde  $q$  é a demanda por chamadas,  $p$  é o preço das chamadas,  $L$  é a distância e  $x$  é um vetor com outros parâmetros da função.

A elasticidade preço é dada por:

$$\varepsilon_{pq} = \frac{\partial q}{\partial p} \cdot \frac{p}{q} \tag{69}$$

A elasticidade preço depende de  $L$  e  $p$ . Sob a suposição de que o efeito sobre a distância pode ser encontrado apenas via preço, encontra-se a derivada parcial de  $\varepsilon_{pq}$  em relação a  $L$ .

$$\frac{\partial \varepsilon_{pq}}{\partial L} = \frac{\partial \varepsilon_{pq}}{\partial p} \cdot \frac{\partial p}{\partial L} \tag{70}$$

Pode-se deduzir diretamente que  $\partial p/\partial L > 0$ , de modo que resta examinar o sinal de  $\partial \varepsilon_{pq}/\partial p$ . Trabalhando com este último termo, tem-se:

$$\frac{\partial \varepsilon_{pq}}{\partial p} = \frac{p}{q} \cdot \frac{\partial^2 q}{\partial p^2} + \frac{1}{p} (\varepsilon_{pq} (1 - \varepsilon_{pq})) \quad (71)$$

Assumindo a elasticidade preço como negativa, o segundo termo do lado direito é negativo. Assim, a condição suficiente para a PDDAPE ser explicada pelo argumento do preço é que a segunda derivada da função demanda em relação ao preço seja não positiva.

Dada a ausência de respaldo teórico para a análise das segundas derivadas, esta condição poderia ser confirmada examinando formas funcionais específicas. Primeiramente, a função demanda  $q = a + bp, (b > 0)$ , fornece uma segunda derivada igual a zero, o que sustenta a PDDAPE. Para a função log-linear,  $\ln q = a + b \ln p, (b > 0)$ , tem-se uma elasticidade constante igual a  $b$ , de maneira que a PDDAPE não se sustenta. Finalmente, assumindo uma forma hiperbólica,  $q = a + b/p, (b > 0)$ , possui a segunda derivada  $2b/p^3$  positiva, o que revela uma relação positiva entre preço e elasticidade preço. Mais uma vez, a hipótese PDDAPE é refutada.

Como conclusão tem-se que, o menos que exista uma evidência concreta de que certa formas funcionais da função de demanda sejam mais prováveis que outras, o argumento preço não é efetivo ao explicar a PDDAPE.

(2) O argumento da heterogeneidade das chamadas.

Este argumento foi levantado por Taylor (1994), podendo também ser chamado de “Argumento de Taylor”. A chave de seu argumento é definir diferentes categorias de chamadas de acordo com o valor que os usuários atribuem a elas. Algumas chamadas geram relativamente muito valor, tais como as do setor de negócios, enquanto outras geram relativamente pouco valor, como para parentes e amigos. Chamadas de alto valor são menos sensíveis ao preço do que chamadas de baixo valor e, desde que existe evidência estatística que mostra que essas chamadas de

alto valor são predominantemente feitas em curtas distâncias, a PDDAPE é estabelecida.

A chamada teoria das comunidades de interesse, i.e., o grupo de pessoas ao qual o usuário pertence ajuda a embasar o argumento de Taylor. Na moderna terminologia, poderia também ser citada como rede pessoal.

(3) O argumento da interação espacial.

Retomando a função de demanda apresentada em (68).

$$q = q(x, L, p) \quad (72)$$

No tópico anterior, essa demanda marshaliana foi analisada à luz de seu efeito preço a fim de explicar a hipótese PDDAPE. Por simplicidade, considerou-se que  $\partial q/\partial L = 0$ . No presente tópico, o objetivo será estudar o efeito PDDAPE como sendo explicado por outros fatores além do preço. Agora, assume-se que  $\partial p/\partial L = 0$  na equação (69) e analisa-se a PDDAPE à luz do seu efeito sobre a demanda diretamente. Assume-se também que  $\partial q/\partial L < 0$  como resultado da teoria da interação espacial, que diz que o nível de interação, *ceteris paribus*, diminui com a distância. A análise se inicia com a seguinte expressão:

$$\frac{\partial \varepsilon_{pq}}{\partial L} = \frac{p}{q} \left[ \frac{\partial^2 q}{\partial p \partial L} - \frac{1}{q} \frac{\partial q}{\partial p} \frac{\partial q}{\partial L} \right] \quad (73)$$

Esta expressão será útil para a análise a seguir, sendo distinguidos dois casos.

Primeiro, assume-se que a função de demanda seja multiplicável e separável entre preço e distância, i.e.:

$$q = q(L, p) = h(L) * g(p) \quad (74)$$

onde  $h$  não depende de  $p$  e  $g$  não depende de  $L$ . Nesse caso, assume-se que  $h'(L) < 0$  a fim de tornar essa forma consistente com a teoria da interação espacial.

Aplicando a fórmula (70), tem-se:

$$\frac{\partial \varepsilon_{pq}}{\partial L} = \frac{p}{q} \left[ h'(L).g'(p) - \frac{h(L).g'(p).h'(L).g(p)}{h(L).g(p)} \right] = 0 \quad (75)$$

que mostra que este tipo de função de demanda conduz a uma independência da elasticidade preço em relação à distância. Então, a PDDAPE não pode ser explicada com a função de demanda multiplicável e separável, tal como apresentada em (71).

Segundo, assume-se que a função de demanda seja aditiva e separável entre preço e distância, i.e.:

$$q = q(L, p) = h(L) + g(p) \quad (76)$$

novamente,  $h$  não depende de  $p$  e  $g$  não depende de  $L$ . Aplicando, mais uma vez, a fórmula (70) em (73), tem-se:

$$\frac{\partial \varepsilon_{pq}}{\partial L} = \frac{p}{q} \left[ -\frac{1}{q} \cdot g'(p) \cdot h'(L) \right] \quad (77)$$

Uma vez que ambas as derivadas parciais entre colchetes são consideradas negativas por suposição, o efeito PDDAPE é encontrada para este tipo de função aditiva e separável.

Os dois casos acima são de particular relevância, uma vez que cobrem uma ampla família de formas funcionais. Em particular, a forma funcional log-log é essencialmente separável e multiplicativa, de modo que a explicação para a hipótese PDDAPE não pode ser encontrada. As formas semi-logaritmica e linear são do tipo aditiva e separável e se aplica a explicação para a PDDAPE, dada a suposição anterior da dependência negativa autônoma da demanda, i.e,  $h'(L) < 0$ .

A interpretação das funções de demanda aditivas e separáveis fornece melhor entendimento sobre o efeito PDDAPE. A interpretação é a seguinte: a demanda por chamadas de uma ou outra região depende de uma quantidade autônoma de chamadas (i.e. independente do preço), o que reflete o nível de interação entre duas regiões. Esta parte da demanda por chamadas é dada, predominantemente, pela propriedade da demanda derivada por chamadas. Portanto, esta quantidade autônoma depende da distância apenas na medida em que a interação espacial é principalmente determinada pela distância. A demanda total por chamadas também depende do preço, mas os parâmetros de reação ao preço (como os

capturados pela função  $g(p)$  são os mesmos para todas as regiões. Ou seja, a reação absoluta a mudanças no preço é independente do tipo de relação entre duas regiões e, em particular, independente da distância. Vale mencionar que, nesse argumento, consideram-se as chamadas como um bem homogêneo.

Com tal interpretação, é possível aceitar o resultado que funções de demanda aditivas e separáveis exibem o PDDAPE. O efeito preço absoluto é considerado o mesmo para todas as regiões, mas a base relativa à qual este efeito é medido para o cálculo da elasticidade depende da região. Quanto mais as regiões remotas tiverem uma base com quantidade baixa de chamadas, tendo um menor nível de interação espacial, maior será a reação à mudanças no preço em termos relativos.

Este argumento é consistente com alguns resultados empíricos para elasticidades da demanda em chamadas internacionais. Ouwersloot e Rietveld (2001) argumentam que os resultados encontrados naqueles trabalhos não apresentam um padrão claro no que concerne a relação entre elasticidade preço e distância. Em conclusão deste tópico é que a forma funcional desempenha um importante papel tanto para o argumento preço como para a teoria da interação espacial como explicações para a PDDAPE.

### **3.1.2.5. Escolha entre Planos de Serviço**

O modelo apresentado nesta seção é baseado em Narayanan et al (2004) e Miravete (2002). A formulação apresentada segue um modelo estrutural de decisão de escolha e uso que leva em conta um processo de tomada de decisão em dois estágios.

A decisão de escolha do plano ocorre de maneira discreta e entre as opções disponíveis enquanto a decisão de uso é uma escolha contínua. Não há decisão a respeito de qual a operadora escolher, pois assume-se que o serviço é prestado por um monopólio regulado.

Quando toma decisões a respeito da escolha e uso do plano na data  $t$ , o consumidor  $i$  maximiza a seguinte função de utilidade indireta condicional, onde  $j$  indica o plano:

$$V_{it}^j = m(y_i - f^j) + \frac{\theta_{it}}{\beta} \exp(-\beta p_t^j) \quad (78)$$

$$m, \beta, \theta_{it} > 0$$

$$p_t^j, f^j \geq 0$$

onde,

$m$  = utilidade marginal da renda;

$y_i$  = renda;

$\theta_{it}$  = um tipo específico de indivíduo no tempo específico  $t$ ;

$f^j$  = cobrança fixa para o plano  $j$ ;

$p_t^j$  = preço por unidade de uso (assume o valor 0 no caso de um plano com tarifa fixa) e;

$\beta$  ( $>0$ ) = parâmetro comum a todos os consumidores,  $-\beta$  é o coeficiente preço no modelo.

Sejam,

$$\ln(\theta_{it}) = \alpha_i + \gamma Z_{it} + \eta_{it} + v_{it} \quad (79)$$

$$e \begin{pmatrix} \eta_{it} \\ v_{it} \end{pmatrix} \sim N(0, \Sigma)$$

$$\text{onde, } \Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{pmatrix}$$

O tipo de indivíduo no tempo  $t$  é decomposto em três componentes. O primeiro é um componente  $\alpha_i$  de um consumidor específico, mas invariante no tempo. O segundo componente  $\gamma Z_{it} + \eta_{it}$  pelo consumidor no tempo da escolha do plano e consiste de um termo sistemático  $\gamma Z_{it}$  e um choque aleatório  $\eta_{it}$ . O terceiro termo  $v_{it}$  é um choque aleatório que não depende do momento da decisão de escolha do plano, mas é revelado no tempo em que o plano está sendo utilizado. O termo

$\alpha_i$  será referido como o tipo de consumidor médio,  $\eta_{it}$  como um choque de escolha e  $v_{it}$  um choque de uso do plano. Assumindo  $\Sigma$  como uma matriz não diagonal, faz-se com que  $\eta_{it}$  e  $v_{it}$  sejam correlacionados.  $Z_{it}$  é um conjunto de variáveis específicas de consumidor e de tempo, incluindo variáveis demográficas, *dummies* sazonais e outras variáveis relacionadas.

Quando faz a escolha do plano, assume-se que o consumidor conhece os parâmetros de sua função de utilidade, exceto o termo  $v_{it}$ . Assume-se que essa função depois que a escolha do plano seja feita, mas antes que a decisão de uso seja realizada. Entretanto, no momento da escolha do plano, os parâmetros  $\sigma_{11}$ ,  $\sigma_{22}$  e  $\sigma_{12}$  são conhecidos pelos consumidores, por suposição.

A incerteza a respeito do valor realizado de  $v_{it}$  no momento da escolha do plano leva em conta a suposição de que existe uma separação temporal entre a escolha do plano e a respectiva decisão de uso.

Posto isso, parte-se, primeiramente para a modelagem da escolha do plano. Assume-se que os dois planos que o consumidor tem de escolher são:

- i. Plano fixo: cobrança de um valor fixo de  $f^v$ , sem cobrança adicional pelo uso dos minutos;
- ii. Plano com medição: cobrança fixa de  $f^M$ , com cobrança de  $p_t^M$  por minuto de uso.

As funções de utilidade indireta pelo uso desses planos são dadas por:

$$V_{it}^F = m(y_i - f^F) + \frac{\theta_{it}}{\beta} \quad (80)$$

$$V_{it}^M = m(y_i - f^M) + \frac{\theta_{it}}{\beta} \exp(-\beta p_t^M) \quad (81)$$

Dado que  $v_{it}$  é estocástico para o consumidor no momento da escolha do plano,  $\theta_{it}$  também é estocástico. Assim, o consumidor escolhe o plano que fornece a



maior utilidade esperada, com a expectativa considerando a distribuição de  $v_{it}$  condicional a  $\eta_{it}$ .

O consumidor escolhe o plano com medição se a utilidade esperada do uso do plano for maior que a do plano fixo.

$$E_{v_{it}|\eta_{it}} [V_{it}^M] > E_{v_{it}|\eta_{it}} [V_{it}^F] \quad (82)$$

$$\Rightarrow E_{v_{it}|\eta_{it}} \left[ m(y_i - f^M) + \frac{\theta_{it}}{\beta} \exp(-\beta p^M) \right] > E_{v_{it}|\eta_{it}} \left[ m(y_i - f^F) + \frac{\theta_{it}}{\beta} \right] \quad (83)$$

$$\Rightarrow E[\theta_{it}] < \frac{m(f^F - f^M)\beta}{1 - \exp(-\beta p^M)} \quad (84)$$

Substituindo o valor de  $\theta_{it}$  de (76) em (84), a condição de escolha do plano com medição é dada por:

$$E[\exp(\alpha_i + \gamma Z_{it} + \eta_{it} + v_{it})] < \frac{m(f^F - f^M)\beta}{1 - \exp(-\beta p^M)} \quad (85)$$

$$\Rightarrow E[\exp(\alpha_i + \gamma Z_{it}) \exp(\eta_{it}) \exp(v_{it})] < \frac{m(f^F - f^M)\beta}{1 - \exp(-\beta p^M)} \quad (86)$$

Sendo,

$$v_{it}|\eta_{it} \sim N\left(\frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}}\eta_{it}, \frac{\sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2}{\sigma_{11}}\right) \quad (87)$$

$$\begin{aligned} &\Rightarrow E[\exp(\alpha_i + \gamma Z_{it}) \exp(\eta_{it}) \exp(v_{it})] \\ &= \exp(\alpha_i + \gamma Z_{it}) \exp(\eta_{it}) E[\exp(v_{it}|\eta_{it})] \end{aligned} \quad (88)$$

$$= \exp\left(\alpha_i + \gamma Z_{it} + \left(1 + \frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}}\right)\eta_{it} + \frac{\sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2}{\sigma_{11}}\right)$$

Dessa maneira, a condição para a escolha do plano com medição é:

$$\exp\left(\eta_{it}\left(1 + \frac{\sigma_{12}}{\sigma_{11}}\right)\right) < \frac{m(f^F - f^V)\beta}{\left[1 - \exp(-\beta)p_t^M\right] \exp\left(\alpha_i + \gamma Z_{it} + \frac{\sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2}{2\sigma_{11}}\right)} \quad (89)$$

$$\Rightarrow \eta_{it} < \frac{\sigma_{11}}{\sigma_{11} + \sigma_{12}} \ln \left[ \frac{m(f^F - f^V)\beta}{\left[1 - \exp(-\beta)p_t^M\right] \exp\left(\alpha_i + \gamma Z_{it} + \frac{\sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2}{2\sigma_{11}}\right)} \right] \quad (90)$$

Definindo  $\bar{\eta}_{it}$  como:

$$\bar{\eta}_{it} = \frac{\sigma_{11}}{\sigma_{11} + \sigma_{12}} \ln \left[ \frac{m(f^F - f^V)\beta}{\left[1 - \exp(-\beta)p_t^M\right] \exp(\alpha_i + \gamma Z_{it}) \exp\left(\frac{\sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2}{2\sigma_{11}}\right)} \right] \quad (91)$$

Dessa maneira, se  $\eta_{it} < \bar{\eta}_{it}$ , o consumidor escolhe o plano com medição, caso contrário, escolhe o plano fixo. Feita a escolha do plano, o valor de  $v_{it}$  é revelado ao consumidor, que decidirá o quanto deverá usar o serviço telefônico local. A função de demanda pode ser derivada da função de utilidade indireta através da identidade de Roy.

$$x_{it} = \frac{\frac{\partial V_{it}}{\partial p_t}}{\frac{\partial V_{it}}{\partial y}} \quad (92)$$

Se o plano com medição é escolhido, a demanda é dada por:

$$x_{it}^M = \frac{\theta_{it}}{m} \exp(-\beta p_t^m) \quad (93)$$

Se o plano com medição é escolhido, a demanda é dada por:

$$x_{it}^F = \frac{\theta_{it}}{m} \quad (94)$$

Aplicando logs e usando a fórmula (79), obtém-se as funções de demanda para os planos com medicao e fixo, respectivamente:

$$\ln(x_{it}^M) = \alpha_i + \gamma Z_{it} + \eta_{it} - \ln(m) - \beta p_t^M + v_{it} \quad (95)$$

$$\ln(x_{it}^F) = \alpha_i + \gamma Z_{it} + \eta_{it} - \ln(m) + v_{it} \quad (96)$$

No modelo básico, assume-se que os consumidores são informados sobre todos os parâmetros exceto  $v_{it}$  no momento em que tomam a decisão de escolha do plano. Particularmente, conhecem o choque de escolha  $\eta_{it}$ , o tipo médio  $\alpha_i$  e os outros parâmetros que não variam para cada indivíduo -  $\beta, \gamma$  e  $m$ .

Entretanto, os consumidores podem possuir incerteza a respeito de seus tipos médios. Faturas típicas de telefone relativas a planos fixos não detalham as chamadas. Desde que não há conseqüências em variar o nível de uso, os consumidores provavelmente não prestam muita atenção em seu uso enquanto estão no plano fixo e não tem opção de migrar para outro plano. Assim, é plausível que os consumidores possuem incerteza a respeito do seu consumo médio. Uma vez que a correspondência entre níveis de consumo médios e o tipo médio  $\alpha_i$  (ver equações (95) e (96)), incerteza sobre o consumo médio também implica incerteza sobre o tipo médio. Os consumidores podem ter alguma crença a respeito sobre seu tipo médio e podem aprender sobre seu real tipo pela experiência da utilização. Se esse aprendizado se aplica, os consumidores cujas faturas telefônicas de um plano com medição são maiores que aquelas que eles teriam pago se o plano fosse fixo, possuem maior probabilidade de migrar de volta para o plano fixo do que consumidores que possuem uma fatura menor do que a do plano fixo.

A fim de incorporar esse aprendizado, é necessário fazer uma suposição sobre o comportamento do consumidor. Supõe-se, agora, que os consumidores conhecem todos os parâmetros exceto  $\alpha_i$  quando eles olham sua fatura telefônica e, em particular, se eles conhecerem o valor de  $v_{it}$ , eles podem computar o valor de  $\alpha_i$  deterministicamente após apenas um período de uso do plano com medição.

Para checar isso, olha-se para a equação (95). Dado  $x_{it}^M$  e todos os parâmetros lado direito, exceto  $\alpha_i$ , encontrar esse último parâmetro torna-se trivial. Por contraste, assume-se que no fim do mês os consumidores possuem dificuldade em recordar o valor exato de  $v_{it}$ . Assim, assume-se que no fim do mês o consumidor recebe um sinal audível sobre o seu consumo atual. Nesse estágio, o consumidor atualiza sua crença a respeito de seu real tipo antes de decidir qual plano escolherá no próximo mês. Essa suposição acomoda a possibilidade de que os consumidores podem aprender ao longo de uma série de períodos ao invés de um simples evento de uso.

A fim de modelar esse aprendizado, assume-se que os consumidores possuem uma crença a respeito de  $\alpha_i$  em cada período. Denota esse valor como  $\tilde{\alpha}_i$  a fim de indicar que essa crença sobre  $\alpha_i$  é estocástica do ponto de vista do consumidor e é específica para cada período. A distribuição de  $\tilde{\alpha}_i$  é normal, de acordo com o seguinte:

$$\tilde{\alpha}_i \sim N(\alpha_{it}, \sigma_{\alpha_{it}}^2) \quad (97)$$

Assume-se que os consumidores atualizam suas crenças de modo Bayesiano, i.e., em cada período eles usam suas crenças e informações anteriores observando seu próprio consumo e aplicando a regra de Bayes para computar sua crença posterior. Essa crença posterior é utilizada no processo de decisão no próximo período.

Espera-se encontrar que a variância do sinal no caso em que o plano com medição é muito menor do que no caso do plano fixo (ver Narayanan, 2004).

$$s_{itM} \sim N(\alpha_i, \sigma_{sM}^2) \quad (98)$$

e para o plano de taxa fixa como:

$$s_{itF} \sim N(\alpha_i, \sigma_{sF}^2) \quad (99)$$

Aplicando a regra de Bayes, a expectativa em  $(t+1)$  é dada por:

$$\tilde{\alpha}_{i(t+1)} \sim N(\alpha_{i(t+1)}, \sigma_{\alpha_{i(t+1)}}^2) \quad (100)$$

onde,

$$\frac{1}{\sigma_{\alpha_{i(t+1)}}^2} = \frac{1}{\sigma_{\alpha_{i(t+1)}}^2} + \frac{1(Fixo_{it})}{\sigma_{sF}^2} + \frac{1(Medição_{it})}{\sigma_{sM}^2} \quad (101)$$

e

$$\alpha_{i(t+1)} = \sigma_{\alpha_{i(t+1)}}^2 \left( \frac{\alpha_{it}}{\sigma_{\alpha_{it}}^2} + \frac{s_{itF} 1(Fixo_{it})}{\sigma_{sF}^2} + \frac{s_{itM} 1(Medição_{it})}{\sigma_{sM}^2} \right) \quad (102)$$

$1(Fixo_{it})$  e  $1(Medição_{it})$  são variáveis indicativas que assumem o valor 1 se o plano escolhido pelo consumidor  $i$  no momento  $t$  é o fixo ou o de medição, respectivamente, e zero caso contrário. Apenas uma delas pode assumir o valor 1 para um consumidor particular em um período de tempo particular.

De modo a completar a especificação do aprendizado, torna-se necessário especificar a expectativa no primeiro período. Faz-se a suposição que a expectativa possui a seguinte distribuição?

$$\tilde{\alpha}_{i0} \sim N(\alpha_{i0}, \sigma_{\alpha_0}^2) \quad (103)$$

onde a média leva em conta a distribuição real dos tipos entre a população, o que assume como tendo uma distribuição normal.

$$\alpha_{i0} \sim N(\alpha, \sigma_{\alpha}^2) \quad (104)$$

$\sigma_{\alpha_0}^2$  foi fixado em 1 para fins de identificação uma vez que apenas a proporção  $\sigma_s^2 / \sigma_{\alpha_0}^2$  é identificada.

O choque de escolha do plano  $\eta_{it}$  do consumidor e o choque de uso  $v_{it}$  são considerados como tendo distribuição conjunta como no modelo básico:

$$\begin{pmatrix} \eta_{it} \\ v_{it} \end{pmatrix} \sim N(0, \Sigma)$$

onde,

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} \end{pmatrix}$$

Dado que os consumidores possuem incerteza sobre seus tipos, também possuem incerteza, como conseqüência, a respeito de suas utilidades. A função de utilidade indireta condicional é dada por:

$$\tilde{V}_{it}^M = m(y_i - f^M) + \frac{\tilde{\theta}_{it}}{\beta} \exp(-\beta p_t^M) \quad (105)$$

$$\tilde{V}_{it}^F = m(y_i - f^F) + \frac{\tilde{\theta}_{it}}{\beta} \quad (106)$$

onde,

$$\ln(\tilde{\theta}_{it}) = \tilde{\alpha}_{it} + \gamma Z_{it} + \eta_{it} + v_{it} \quad (107)$$

A condição para a escolha do plano com medição permanece similar à do modelo básico. Especificamente, o plano com medição é escolhido se:

$$E[\tilde{V}_{it}^M] > E[\tilde{V}_{it}^F] \quad (108)$$

De outra maneira, o plano fixo é escolhido.

O que resulta na seguinte condição:

$$\eta_{it} < \frac{\sigma_{11}}{\sigma_{11} + \sigma_{12}} \ln \left[ \frac{m(f^F - f^V)\beta}{[1 - \exp(-\beta)p_t^M] \exp\left(\alpha_i + \gamma Z_{it} + \frac{\sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2}{2\sigma_{11}} + \frac{\sigma_{\alpha_i}^2}{2}\right)} \right] \quad (109)$$

$$\bar{\eta}_{it} \frac{\sigma_{11}}{\sigma_{11} + \sigma_{12}} \ln \left[ \frac{m(f^F - f^V)\beta}{[1 - \exp(-\beta)p_t^M] \exp\left(\alpha_i + \gamma Z_{it} + \frac{\sigma_{11}\sigma_{22} - \sigma_{12}^2}{2\sigma_{11}} + \frac{\sigma_{\alpha_i}^2}{2}\right)} \right] \quad (110)$$

De modo a se obter as equações de uso, aplica-se, novamente, a identidade de Roy, notando-se que desde que a utilidade é estocástica do ponto de vista do consumidor (devido à incerteza a respeito de  $\tilde{\alpha}_{it}$ ) e chega-se às expressões para a demanda esperada:

$$\ln(x_{it}^M) = \int_{\tilde{\alpha}_{it}} [\tilde{\alpha}_{it} + \gamma Z_{it} + \tilde{\eta}_{it} - \ln(m) - \beta p_t^M + v_{it}] d\phi(\tilde{\alpha}_{it}) \quad (111)$$

$$\ln(x_{it}^F) = \int_{\tilde{\alpha}_{it}} [\tilde{\alpha}_{it} + \gamma Z_{it} + \tilde{\eta}_{it} - \ln(m) + v_{it}] d\phi(\tilde{\alpha}_{it}) \quad (112)$$

Usando (94), as expressões acima se reduzem a:

$$\ln(x_{it}^M) = \alpha_{it} + \gamma Z_{it} + \eta_{it} - \ln(m) - \beta p_t^M + v_{it} \quad (113)$$

$$\ln(x_{it}^F) = \alpha_{it} + \gamma Z_{it} + \eta_{it} - \ln(m) + v_{it} \quad (114)$$

As Tabelas 1 e 2 sumarizam o processo de decisão do consumidor no modelo básico e no modelo de aprendizado. Respectivamente, e indicam o que é observado em cada estágio.

Tabela 1. Processo de decisão do consumidor – Modelo Básico.

<b>Estágio de decisão</b>	<b>Choque de escolha do plano: <math>\eta_{it}</math></b>	<b>Choque de uso: <math>v_{it}</math></b>	<b>Tipo médio: <math>\alpha_i</math></b>
Escolha do plano (no início do mês)	Conhecido pelo consumidor	Não observado pelo consumidor, mas com distribuição conhecida	Conhecida pelo consumidor
Decisão de uso (durante o mês)	Conhecido pelo consumidor	Conhecida pelo consumidor	Conhecida pelo consumidor.

Fonte: Narayanan et al (2004)

Tabela 2. Processo de decisão do consumidor – Modelo de Aprendizado

<b>Estágio de decisão</b>	<b>Choque de escolha do plano: <math>\eta_{it}</math></b>	<b>Choque de uso: <math>v_{it}</math></b>	<b>Tipo médio: <math>\alpha_i</math></b>
Escolha do plano (no início do mês)	Conhecido pelo consumidor	Não observado pelo consumidor, mas com distribuição conhecida	Conhecido com incerteza – consumidor utiliza atualização da expectativa
Decisão de uso (durante o mês)	Conhecido pelo consumidor	Conhecido pelo consumidor	Conhecido com incerteza – expectativa na formada quando a escolha é feita
Atualização da expectativa (fim do mês)	N.A.	N.A.	Consumidor atualiza expectativa baseada num sinal sonoro no fim do mês

Fonte: Narayanan et al (2004)



## **CAPÍTULO 4**

### **ESTIMAÇÃO DAS ELASTICIDADES DO SERVIÇO LOCAL**

Este capítulo trata da estimação dos valores das elasticidades da demanda do Plano Básico da telefonia fixa no Brasil. Como referência, serão utilizados dados de um estado brasileiro em todas as estimações. Em função dos dados terem caráter semi-confidencial, não será possível a divulgação de qual estado se trata, além de os dados serem normalizados para não deflagrar seu conteúdo total.

Na primeira seção, apresenta-se uma revisão de literatura com os principais estudos acadêmicos que tratam de demanda em telecomunicações e uma tabela que sintetiza os valores de coeficientes de elasticidade preço estimados em vários estudos. Em seguida, são feitas as estimações das elasticidades do mercado local, tendo como referência modelos já utilizados na literatura, mas com adaptações que permitem a adequação de tais modelos aos dados disponíveis, além da intenção de estimar modelos que reflitam aspectos da atualidade. No final do capítulo são feitos comentários finais a respeito dos resultados encontrados, além da exposição das limitações e problemas enfrentados na estimação dos modelos e sugestões para trabalhos futuros.

#### **4.1. Estudos prévios**

Estudos empíricos sobre a demanda de serviços de telefonia têm sido estreitamente vinculados à mudança na forma de regulação dos serviços. Por sua vez, a regulação tem sido afetada pelas evoluções tecnológicas na indústria. Taylor (1994) e Taylor (1998) destacam que um primeiro grupo de estudos surgiu na metade da década de 70 e estava relacionado com a necessidade de se avaliar os efeitos de mudanças tarifárias. A lenta evolução tecnológica apresentada na época dificultava a redução dos custos em transmissões de longa distância e

inflacionava as tarifas. Tal fato incentivou as empresas prestadoras de longa distância a efetuarem estudos econométricos para calcular os impactos sobre suas receitas que as novas tarifas produziriam. Durante essa década, o foco era quase que total na estimação das elasticidades de uso. Elasticidades de acesso recebiam menor atenção, dado o comportamento inercial do mercado local.

Dado o grau de sofisticação e desenvolvimento de modelos de tráfego intra e inter-estadual dos EUA, um modelo de referência surgiu na Bell System (Taylor, 1998). Este modelo levava em conta o tráfego (medido em número de chamadas ou minutos) em função da renda, preço, tamanho do mercado e “hábitos” (geralmente medidos pela variável tráfego defasada)

Posteriormente, em um contexto no qual os subsídios cruzados foram eliminados nos EUA através da divisão da então monopolista AT&T em sete companhias prestadoras de serviço local e uma de serviço de longa distância, uma segunda fase de estudos surgiu na década de 80 com o aumento da competição no setor, desta vez relacionada ao acesso ao serviço de telefonia.

Enquanto na década de 70 os modelos eram estimados utilizando-se técnicas econométricas tradicionais, modelos de demanda de acesso eram especificados na forma de logit ou probit e os dados eram coletados de amostras de pesquisas em domicílio.

Dentre os exemplos de estudos de demanda de acesso na década de 80 estão Perl (1983) e Train et al. (1987). O primeiro estudo enfatiza a característica sócio-econômica dos domicílios e as decisões de acesso aos serviços de telefonia. Train et al. (1987) enfatizam a escolha do tipo de serviço, estabelecendo um portfólio de serviços composto por número, duração, distância e hora das chamadas. Cada portfólio possui uma função de custos conhecida pelo usuário. Ao escolher cada portfólio, os consumidores revelam suas preferências e atingem seus níveis ótimos de utilidade, supondo comportamento racional.

De modo consistente com a desregulamentação do setor em alguns países, existe um crescente grupo de estudos de demanda em telecomunicações relacionados a aspectos como a inércia do consumidor, a fidelidade de

consumidores às empresas e à implementação de planos de consumo. Destacam-se nesta seara os estudos de Miravete (2002), Narayanan (2004). O primeiro estuda as implicações teóricas e econométricas sobre a incerteza no consumo futuro quando são introduzidas opções de diferentes estruturas tarifárias através de planos alternativos de serviço. Encontra a evidência de que existe uma significativa assimetria de informação entre os usuários e o monopolista quando são introduzidos diferentes regimes tarifários.

Narayanan (2004) também aborda a incerteza do usuário em relação à escolha do plano, destacando a defasagem existente entre a escolha do plano e as decisões sobre o consumo. Uma de suas conclusões é sobre a rigidez de o usuário trocar de plano, sendo o lento aprendizado uma das possíveis razões levantadas pelo autor para esse fato.

Wolak (1996) emprega uma estrutura de demanda denominada quase-ideal na qual se estima a demanda por serviços de telefonia no contexto de uma cesta de consumo global das famílias. Em vez de mensurar taxas de penetração, utiliza uma pesquisa de orçamento familiares com dados sobre gastos com telefonia, preço, consumo de outros bens e serviços, renda e outras variáveis demográficas. Seus resultados mostram que a demanda por serviços de telefonia local é inelástica.

Além da classificação de estudos seguindo uma ordem cronológica, é relevante classificar a literatura existente sobre o tema de acordo com outros critérios, como o tipo de informação utilizado no estudo, o tipo de serviço estudado ou a metodologia empregada para estimar as elasticidades.

Considerando o tipo de informação utilizada, os estudos da demanda dos serviços de telefonia podem ser classificados em dados agregados, semi-agregados ou desagregados (Heitfield, 1997). Em estudos de dados agregados geralmente se analisam as mudanças no consumo agregado de uma população ou de um grupo ao longo do tempo. Podem ser citados, nessa linha, Doherty (1984), Abdala et al. (1996) e Monkolporn e Yin (2004).

Doherty (1984) utiliza dados trimestrais da cidade de Nova York para estimar a demanda de uma diversidade de serviços, encontrando uma elasticidade preço da demanda de serviço local de  $-0,21$  no curto prazo e  $-0,29$  no longo prazo. Abdala et al. (1996) fazem a estimação da demanda de uso do serviço de telefonia fixa de cinco cidades da Argentina utilizando dados mensais de tráfego medidos em minutos, estimando as elasticidades preço da demanda para chamadas locais e de longa distância (nacional e internacional). O estudo registra elasticidades de uso do serviço local entre  $-0,74$  e  $-1,573$  no curto prazo e entre  $-0,446$  e  $-1,734$  no longo prazo.

Monkolporn e Yin (2004) estudam o padrão das demandas de acesso e uso Tailandesa com dados anuais do período de 1973-2000. Além das elasticidades preço e renda, também estimam as elasticidades da taxa de conexão, da densidade de linhas em relação ao acesso. Um resultado interessante desse trabalho é que a demanda pelo uso do serviço não reage ao preço e sim à renda e à quantidade de assinantes.

Dentre os estudos com dados semi-agregados utilizam-se informações em nível local, mas se consideram que não existem diferenças importantes entre os diversos tipos de chamadas realizadas. Nesses casos destacam-se os estudos de Perl (1983), Bodnar et al. (1988), Taylor e Kridel (1990) e Levy (1996). Como já assinalado, Perl (1983) estuda a decisão de acesso do consumidor para o caso norte americano. Utiliza informações em nível domiciliar proporcionada pelos dados do censo de 1980 e encontra elasticidades de acesso de  $-0,0654$  para uma taxa de penetração de 88% e  $-0,0163$  para uma taxa de penetração de 97%

Taylor e Kridel (1990) utilizam como amostra o consumo de pequenas zonas geográficas, ao invés de domicílios, como faz Perl. Aqueles autores encontram uma elasticidade de demanda de acesso de  $-0,029$  para cinco estados norte americanos.

O estudo de Bodnar et al. (1988) analisa a relação entre a assinatura do serviço de telefonia e as características sócio-econômicas dos domicílios para o caso canadense. Este estudo também mostra a relevância das características sócio

econômicas dos domicílios para a decisão de habilitação e encontra elasticidades de acesso de  $-0,009$  para uma taxa de penetração de 98%.

Levy (1996) utiliza uma amostra de *cross section* de 27 estados dos EUA e encontra uma elasticidade de demanda de uso do serviço local de  $-0,469$  com uma metodologia paramétrica e de  $-0,68$  quando utiliza uma metodologia semiparamétrica

Os estudos com dados desagregados fornecem informações detalhadas sobre o consumo dos domicílios, permitindo distinguir o total consumido dentre diferentes subconjuntos de perfis de destinatários. Um exemplo deste tipo de trabalho é a tese de doutorado de Heitfield (1997), que estima a demanda pelo serviço de telefonia por tipo de destinatário. A elasticidade preço da demanda encontrada é de  $-0,24$ .

Considerando o tipo de serviço, é possível distinguir principalmente entre a demanda de acesso, demanda residencial por serviço local, longa distância nacional e longa distância internacional, além da demanda do setor de negócios por estas três modalidades.

Pode-se destacar os estudos sobre demanda de acesso de Perl (1983), Train et al. (1987), Madden et al. (1993), Taylor e Kridel (1990) e Bodnar et. al (1988), Solvason (1996), Gassner (1998) e Andrés e Perez-Amaral (1998).

O estudo de Madden et. al (1993) examina o impacto da taxa de assinatura sobre a demanda de acesso residencial. São coletadas amostras de pesquisas de orçamentos familiares e seus resultados indicam que a demanda por acesso é afetada tanto pela taxa de assinatura como por características sócio-demográficas da população.

Solvason (1996) utiliza uma amostra de microdados de 37.000 famílias canadenses para estimar a elasticidade de demanda de acesso de linhas novas ou adicionais. Um modelo de valor extremo generalizado (GEV) é utilizado para relacionar a probabilidade de decisão de acesso de zero, um ou maior que um com fatores sócio econômicos e demográficos. A elasticidade preço de acesso para nova linha encontrada é de  $-0,48$  e para linha adicional é de  $-0,008$ . Os

resultados corroboram outros estudos que mostram a alta inelasticidade da demanda de acesso a novas linhas e uma maior elasticidade para linhas adicionais.

O propósito do estudo de Gassner (1998) é obter as elasticidades de acesso para avaliar a ameaça de retirada de usuários perante o aumento nas taxas de acesso. Para tanto, estima a demanda de acesso do Reino Unido baseado em dados de domicílios. O coeficiente de elasticidade de acesso encontrado é de  $-0,0056$ .

Andrés e Perez-Amaral (1998) utilizam a estimação das elasticidades da demanda por acesso a novas linhas para avaliar os efeitos de distintas propostas de estruturas tarifárias sobre o objetivo da universalização dos serviços. O modelo considera que o uso do telefone é condicional ao acesso à rede, que, por sua vez, depende dos benefícios de seu uso, i.e., das externalidades de rede e de consumo. Por meio de técnicas de cointegração, encontram elasticidades de acesso de longo prazo de  $-0,56$  e de curto prazo de  $-0,30$ .

Em relação à demanda de uso residencial de serviço local destacam-se os estudos de Martins-Filho e Mayo (1993), Pascó-Font et al (1999) e Duncan e Petry (1994). O estudo de Martins-Filho e Mayo (1993) analisa os efeitos sobre o bem-estar econômico de diferentes políticas tarifárias. As elasticidades preço encontradas são entre  $-1,05$  e  $-1,55$ . Os resultados indicam que o excedente do consumidor aumenta quando são adotadas tarifas planas para áreas estendidas (*extended area service*)

Duncan e Petry (1994) estimam simultaneamente os minutos de uso do serviço local e a despesa e encontram elasticidades de  $-0,38$  utilizando um modelo do tipo SURE (*Seemingly Unrelated Regressions*) e de  $-0,29$  utilizando o método de três etapas não linear.

Os trabalhos de Appelbe et al (1988) e Gatto et al (1988) são exemplos de estimações de demanda de longa distância.

Appelbe et al. (1988) encontra, para o caso canadense, elasticidades preço do serviço de longa distância nacional entre  $-0,21$  e  $-0,48$  e entre  $-0,36$  e  $-0,73$  para o serviço de longa distância internacional. O estudo de Gatto et al. (1988)

encontra, para o caso dos EUA, uma elasticidade da demanda de longo prazo de  $-0,78$  utilizando dados agregados da AT&T.

Os estudos de Perez-Amaral et al. (1995) e Abdala et al (1996) tratam de ambos os serviços, i.e., local, longa distância nacional e longa distância internacional, sendo que Abdala et al (1996) já se encontra citado acima.

Perez-Amaral et al. (1995) estimam as elasticidades de uso dos serviços local, longa distância nacional e longa distância internacional do setor de negócios (não residencial e tronco). Utiliza a metodologia de cointegração para encontrar as elasticidades de curto e longo prazo. As elasticidades do serviço local de curto e longo prazo são de  $-0,19$  e  $-0,17$ , respectivamente. No serviço de longa distância nacional de  $-0,24$  e  $-0,10$  para o curto e longo prazo e; no serviço de longa distância internacional de  $-0,30$  no curto prazo.

Com referência às metodologias utilizadas, é possível listar uma diversidade de técnicas. As séries temporais são utilizadas nos estudos de Abdala et al. (1996), Perez-Amaral et al (1995) e Monkgoiporn e Yin (2004) . Variáveis dependentes qualitativas são utilizadas em Perl (1983), Taylor e Kridel (1990), Train et al. (1987), Hartman e Naqvi (1994) e Madden et al (1993).

Dentre outras metodologias, é possível citar Kridel et al (1993), Levy (1996), Miravete (2002). Kridel et al (1993) modelam a decisão de acesso aos serviços utilizando o conceito de uma opção, o que é apropriado num contexto de incerteza.

A tabela 3 sintetiza os valores de coeficientes de elasticidade preço estimados em vários estudos

Tabela 3. Sumário de elasticidades preço da demanda de mercados selecionados

<b>Estudo</b>	<b>País</b>	<b>Mercado</b>	<b>Elasticidade</b>
Abdala et al (1996)	Argentina	Local	-0,44
			-1,73
Davis, Caccapolo e Chaudry (1973)	EUA	Local	-0,21
			-0,27
Dobell et al (1972)	Canadá	Local	-0,23
			-0,70

Dohetry (1984)	EUA	Local	-0,21
			-0,29
Waverman (1974)	Suécia	Local	-0,27
			-0,38
Pascó-Font, Gallardo e Fry (1999)	Peru	Local	-0,26
Perez-Amaral et al (1995)	Espanha	Local	-0,17
			-0,19
Levy (1996)	EUA	Local	-0,47
			-0,68
Madden, Bloch e Hensher (1993)	Austrália	Local	-0,46
Monkgolporn e Yin (2004)	Tailândia	Local	0,06
Kling e Van der Ploeg (1990)	EUA	Local	-0,17
Trotter (1996)]	UK	Local	-0,04
Park, Wetzel e Mitchell (1983)	EUA	Local	-0,08
			-0,06
			-0,09
			-0,11
Abdala et al (1996)	Argentina	Longa distância	-0,32
			-0,75
Duncan e Perry (1994)	EUA	Longa distância	-0,38
Deschamps (1994)	Bélgica	Longa distância	-0,24
Gatto e al (1988)	EUA	Longa distância	-0,72
Madden, Bloch e Hensher (1993)	Austrália	Longa distância	-0,53
			1,01
Waverman (1974)	Suécia	Longa distância	-0,51
			-1,08
Train (1993)	EUA	Longa distância	-0,42
			-0,34
BTCE (1991)	Austrália	Longa distância	-0,53
Larson et al (1990)	EUA	Longa distância	-0,32
			-0,76
Marins Filho e Mayo (1993)	EUA	Longa distância	-1,51
			-1,55
Davis, Caccapolo e Chaudry (1973)	Suécia	Longa distância	-0,88
			-1,03
Perez-Amaral et al (1995)	Espanha	Longa distância	-0,10
			0,24
Acton e Vogelsang (1992)	EUA	Internacional	-0,36
			-0,49
Appelbe et al (1988)	Canadá	Internacional	-0,43
			-0,53



Manenti (2001)	Itália	Internacional	-0,25
Bewley e Fiebig (1992)	Austrália	Internacional	-0,37
			-1,54
Perez-Amaral et al (1995)	Espanha	Longa distância	-0,30
Perez-Amaral (1999)	Espanha	Internacional	-0,81
BTCE (1991)	Austrália	Internacional	-1,01
Craver e Nekrowitz (1980)	EUA	Internacional	-0,67
Pearl (1994)	EUA	Acesso	-0,04
Perl (1983)	EUA	Acesso	-0,06
Madden, Bloch e Hensher (1993)	Austrália	Acesso	-0,003
Monkgolporn e Yin (2004)	Tailândia	Acesso	-1,60
Cain e MacDonald (1989)	EUA	Acesso	-0,05
Solvason (1996)	Canadá	Acesso	-0,68
Taylor e Kridel (1990)	EUA	Acesso	-0,03
Bodnar, Dilworth e Iacono (1988)	Canadá	Acesso	-0,01

Fonte: Lammas (2002) e elaboração própria

## 4.2 Estimação do Modelo de Demanda por Chamadas Locais

### 4.2.1. O modelo

O modelo selecionado para a estimação das elasticidades da demanda por chamadas locais tem como referência Waverman (1974). Justifica-se a utilização desses modelos em função da disponibilidade dos dados deste trabalho se adequar às aplicações daqueles modelos, além de possuir a sustentação teórica apresentada no Capítulo 2. No trabalho de Waverman (1974), foram estimadas duas equações, quais sejam:

$$\ln\left(\frac{Q}{T}\right)_t = b_0 + b_1 \ln\left(\frac{Q}{T}\right)_{t-1} + b_2 \ln X_t + b_3 \ln P_t + \mu_t \quad (115)$$

onde,

$Q$  = Número de pulsos locais;

$T$  = número de terminais telefônicos;

$X$  = produto doméstico bruto real por família;

$P$  = preço marginal por pulso;

$\mu$  = termo de erro aleatório.

De modo alternativo ao modelo de (113), Waverman (1974) também estima:

$$\ln Q_t = b_0 + b_1 \ln Q_{t-1} + b_2 \ln X_t + b_3 \ln P_t + b_4 \ln T_t + \mu_t \quad (116)$$

A diferença entre as duas equações é que, na primeira, as elasticidades são medidas *per capita*, nesse caso, por terminal e na segunda, as elasticidades são medidas de modo agregado.

Este trabalho apresentará a equação agregada, com algumas adaptações.

Primeiramente, utilizou-se a série do PIB em Reais como *Proxy* da Renda, ao invés do PIB por família em função de esta última não estar disponível abertamente. Além disso, foram utilizados os pulsos e as tarifas de um estado ao invés de todo o país. Na equação deste trabalho, não se utilizou a defasagem da variável  $Q$ , em função do fato de que a metodologia proposta procura estimar equações de longo e curto prazo por cointegração. Na subseção abaixo e na próxima serão especificados os dados e a metodologia utilizados para a estimação do modelo.

#### **4.2.2. Dados e metodologia**

A metodologia utilizada é a de cointegração entre as variáveis. Desta maneira, é possível conseguir as elasticidades de curto e longo prazo.

O teste de cointegração visa comprovar se as variáveis do modelo possuem uma tendência estocástica comum. Cointegração significa uma combinação linear de variáveis não-estacionárias e integradas de mesma ordem, de maneira que as variáveis possuam uma relação de longo prazo. Quando as variáveis são integradas de mesma ordem pode existir uma relação de equilíbrio de longo prazo entre elas. Sob tais condições, essas variáveis podem compartilhar uma tendência estocástica comum em uma ordem de integração menor ( $I(0)$ , nesse caso), de modo a serem consideradas cointegradas (Enders, 2003).

De acordo com o exposto acima, optou-se por estimar a seguinte equação de longo prazo:

$$\ln Q_t = b_0 + b_1 \ln P_t + b_2 \ln Y_t + b_3 \ln T_t + \varepsilon_t \quad (117)$$

onde,

$Q_t$  - Número de pulsos locais totais registrados em terminais do Plano Básico do Setor A<sup>7</sup> no mês t.

$P_t$  - Tarifa local máxima do Plano Básico do Setor A no mês t, homologada pela Anatel, líquida de impostos. Esses valores foram deflacionados pelo IPC-Fipe.

$Y_t$  - PIB do mês t em valores correntes em Milhões de Reais deflacionado pelo IPC-FIPE, de maneira a se obter a série do PIB Real.

$T_t$  - Número de terminais (telefones) em serviço do Plano Básico do Setor A no mês t.

As séries acima contêm 72 observações, de junho de 1999 a maio de 2005.

Os dados das variáveis  $Q_t$  e  $T_t$  foram fornecidos pela Anatel mediante garantia de não divulgação de seu inteiro conteúdo. Apesar da variável  $Y_t$ , optou-se pela sua utilização como *proxy* do PIB por família, conforme realizado no trabalho de Waverman (1974). A utilização desses dados e não do PIB *per capita* justifica-se pela não disponibilidade destes últimos dados.

#### 4.2.3. Testes econométricos

O modelo acima está especificado em logaritmos, de modo que seus coeficientes estimados fornecem as elasticidades de  $Q_t$  em relação às outras variáveis dependentes.

Antes dos testes de cointegração e estimação do modelo, fez-se o teste de raízes unitárias das séries temporais através do teste de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). Quando o valor calculado da estatística é menor (em módulo) que o valor crítico,

---

<sup>7</sup> Os dados fornecidos são confidenciais, de modo não foi possível fornecer seu conteúdo completo, como o Setor do Plano Geral de Outorgas aos quais eles pertencem, bem como o conteúdo completo da série, que foi indexada.

não se pode rejeitar a hipótese nula da existência de raiz unitária, i.e., é possível concluir que a variável é não estacionária.

A tabela 4 apresenta os testes de raízes unitárias das variáveis do modelo local, utilizando o teste ADF com intercepto. A segunda coluna da tabela indica o número ótimo de defasagens selecionado pelo critério de informação Bayesiano de Schwartz.

Tabela 4 – Teste ADF com intercepto

Variável	Defasagem	H <sub>0</sub> : $\gamma=0$	Valor limite a 5%*
$\ln Q_t$	0	-2,36923	-2,902953
$\ln P_t$	0	0,134412	-2,903566
$\ln Y_t$	0	-0,019022	-2,902953
$\ln T_t$	1	-2,236934	-2,903566

\*Valores críticos da estatística de Dickey-Fuller fornecidos pelo software E-views

Como é possível observar pelos valores acima, não se rejeita a hipótese nula da existência de uma raiz unitária ao nível de significância de 5%, de modo que as variáveis do modelo podem ser consideradas como não estacionárias.

Checada a estacionaridade das variáveis, passa-se para a estimação da equação de longo prazo, o teste de cointegração e a equação de curto prazo.

De acordo com o modelo acima, foi estimada a seguinte equação de longo prazo:

$$\ln Q_t = 3,1797 - 0,2442 \ln P_t + 0,1772 \ln Y_t + 0,6690 \ln T_t \quad (118)$$

(5,4812)   (-2,4833)   (1,8305)   (13,5532)

$$R^2 = 0,86 \quad T = 71$$

Em parênteses constam os valores da estatística t. As variáveis são estatisticamente significantes a 5%, com exceção de  $Y_t$ , significativa a 10%. As variáveis também apresentaram os sinais esperados. No final desta subseção serão feitos mais comentários a respeito dos resultados.

A seguir fez-se o teste de estacionaridade da série dos resíduos estimados da equação de longo prazo.

Tabela 5 – Teste ADF dos Resíduos da Equação de Longo Prazo

Variável	Defasagem	H <sub>0</sub> a <sub>1</sub> = 0 Valor Calculado	Valor Limite a 5%*
$\hat{e}_t$	0	-4,115132	-2,903566

\* Valores críticos da estatística de Dickey-Fuller fornecidos pelo software Eviews

Pela tabela acima, conclui-se que os resíduos da equação de longo prazo são estacionários, o que indica a existência de cointegração entre as variáveis do modelo. Uma vez que as variáveis estejam cointegradas, é possível estimar um Modelo de Correção de Erro, a fim de obter as elasticidades de curto prazo.

Para a seleção do número ótimo de defasagens, utilizaram-se os critérios de informação de Akaike, Schwarz e Hannan-Quin. Houve conflito entre os valores dos critérios de Akaike e Schwarz. Entretanto, optou-se por escolher como base o último critério ao privilegiar um número menor de defasagens. A equação de curto prazo estimada é a seguinte:

$$\begin{aligned}
 \Delta \ln Q_t = & -0,0153 - 0,3238 \hat{e}_{t-1} - 0,1230 \Delta \ln P_t + 0,1663 \Delta \ln Y_t + 0,1354 \Delta \ln T_t - 0,1652 \Delta \ln Q_{t-1} \\
 & (-2,5908) \quad (-2,5765) \quad (-0,9116) \quad (1,6336) \quad (0,1814) \quad (-1,2255) \\
 & + 0,0757 \Delta \ln P_{t-1} + 0,3510 \Delta \ln Y_{t-1} - 0,3049 \Delta \ln T_{t-1} - 0,2459 \Delta \ln Q_{t-2} + 0,1235 \Delta \ln P_{t-2} \\
 & (0,5783) \quad (3,4109) \quad (-0,3051) \quad (-2,0687) \quad (0,9661) \\
 & + 0,2124 \Delta \ln Y_{t-2} + 1,2857 \Delta \ln T_{t-2} \quad (119) \\
 & (1,8043) \quad (1,7059)
 \end{aligned}$$

As elasticidades de curto prazo são medidas pela soma dos coeficientes das defasagens de cada variável. Nesta equação de curto prazo, apenas a primeira diferença das variáveis  $Y_{t-1}$ ,  $Y_{t-2}$ ,  $T_{t-2}$  e  $Q_{t-2}$  são significativas a um nível de significância de 10%. Quando se analisa a significância e o sinal das variáveis em termos de elasticidades, i.e., pela soma das defasagens de cada variável, os resultados não são consistentes. No entanto, como pode ser observado, o termo de correção de erros é significativo e seu sinal demonstra que a equação de curto prazo converge para o equilíbrio de longo prazo.

A elasticidade-preço de longo prazo estimada foi de  $-0,24$ . Este resultado é consistente com a ampla evidência empírica de outros países, conforme é possível observar pela tabela 3.

Esses valores refletem a pouca sensibilidade ao preço da demanda local do Plano Básico. Como este último é prestado por concessionárias de STFC, pode-se explicar a magnitude das elasticidades por meio do argumento de Baumol e Sidak (1994), segundo o qual um ambiente com forte regulação tem o efeito de diminuir as elasticidades ao aumentar as barreiras à competição. Quando isso ocorre, a diminuição na demanda a partir de determinado aumento de preço real, é menor.

A elasticidade-renda estimada foi de  $0,18$  no longo prazo. Esta pode ser interpretada como o aumento (diminuição) do consumo decorrente do aumento (diminuição) da renda. Os valores encontrados mostram que os consumidores pouco reagem a mudanças de renda. Pode-se conjecturar como um dos motivos para essas baixas elasticidades a já elevada taxa de penetração do STFC e a crescente proliferação da telefonia móvel e internet banda larga como meio de acesso ao VOIP, que vêm capturando o tráfego que seria alocado para o STFC, principalmente no caso de consumidores de renda mais elevada.

Seguindo o raciocínio acima, um aumento na renda teria o efeito de um maior impacto no consumo em outros serviços substitutos do STFC, sendo pequeno o efeito para este último.

O coeficiente de longo prazo da elasticidade estimada em relação ao número de terminais foi de  $0,67$ .

A interpretação desta elasticidade diz quanto será o aumento no número de pulsos mediante a adição de um terminal ao sistema, o que pode ser visto como uma medida de externalidade de rede. O valor do coeficiente de longo prazo da elasticidade por terminal sugere que, *ceteris paribus*, menos chamadas são feitas por terminais em um sistema praticamente universalizado, i.e., a adição de um terminal aumenta menos que proporcionalmente o tráfego local.

Sem entrar no mérito da universalização do acesso à telefonia, sua principal idéia pressupõe a concessão de algum crédito ou subsídio às camadas menos favorecidas da população, de modo que uma medida útil de sua eficiência pode ser o coeficiente de elasticidade de externalidade de rede, uma vez que mede o benefício de um usuário adicional. Dessa maneira, o resultado encontrado sugere um esgotamento das externalidades de rede do Plano Básico do STFC local.

De certa forma, o resultado é factível se for levado em consideração que os dados se referem a um estado com renda superior à média nacional e um sistema praticamente universalizado. Além disso, a presença de serviços substitutos ao STFC pode fornecer uma explicação a este fato.

#### **4.2.4. Deficiências e sugestões para futuros trabalhos**

Neste capítulo, realizou-se o principal objetivo do trabalho, qual seja, estimar as elasticidades da demanda local. Uma dificuldade inerente a um exercício dessa natureza é a pouca disponibilidade de dados, uma vez que com um maior conjunto de informações seria possível testar outros modelos e metodologia. Alguns trabalhos que utilizam dados de *cross section* com amostras de orçamentos familiares mostram estimativas que levam em conta uma quantidade maior de variáveis, sendo possível, inclusive, a simulação de efeitos que planos alternativos de serviços com estruturas tarifárias diferentes provocariam na demanda dos consumidores. Exemplos de trabalhos dessa natureza são Pascó-Font et. al (1999), Aldebert et al (1999), Narayanan (2004) e Miravete (2002).

Outra deficiência do estudo em função de uma base de dados limitada é a não categorização do tráfego por classe de assinante, i.e., Residencial, Não Residencial e Tronco. Esta segmentação traria a possibilidade de uma análise

mais acurada dos resultados, pois é de notório conhecimento que as classes de assinantes possuem perfil de uso distinto entre elas. Contudo, a estimação e análise dos resultados deste trabalho levou em conta uma função de demanda agregada da telefonia fixa.

Além disso, Taylor (1998) cita a dificuldade em modelar a demanda em telecomunicações devido à emergência de uma quantidade abundante de substitutos e tecnologias que influenciam na decisão de escolha da tradicional telefonia fixa pelos consumidores. Dentre esses substitutos e tecnologias é possível citar a telefonia móvel e a Internet, de maneira que seria bastante relevante ter a estimação da elasticidade de substituição da telefonia fixa em relação a estes serviços.

No escopo deste trabalho, também não foi possível estimar as elasticidades dos serviços de longa distância nacional e internacional. Com estes parâmetros seria possível testar resultados, como os das elasticidades de substituição entre chamadas de maior e menor distância e entre horários de realização das chamadas, além da comparação das elasticidades entre países. Também se poderia testar a hipótese PDDAPE citada na seção 3.2.2 deste trabalho. Uma das sugestões para futuros trabalhos, portanto, seria a estimação das elasticidades dos serviços de longa distância nacional e internacional.

Um resultado encontrado neste trabalho foi o baixo valor do coeficiente de externalidade de rede, tendo como possível causa um esgotamento das externalidades de rede do STFC em um estado com um sistema praticamente universalizado e com renda maior que a média que a dos outros estados. Um teste interessante seria estimar o mesmo modelo para outro estado brasileiro, bem como para todo o Brasil. Com isso, seria possível comparar os parâmetros de elasticidade em diferentes mercados relevantes, o que poderia servir de referência para futuras políticas regulatórias.

Tendo em mente todas essas dificuldades e limitações, considera-se certa relevância neste estudo em função de não haver, pelo menos de conhecimento deste autor, estudos desta natureza no Brasil, de modo que os resultados



encontrados mostraram-se aderentes à teoria econômica, bem como aos vários trabalhos empíricos realizados em outros países utilizando modelos semelhantes.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÃO

Este trabalho teve como principal objetivo a estimação das elasticidades do serviço telefônico local do Plano Básico no período de junho de 1999 a maio de 2005. Foi utilizado um modelo de cointegração, de modo a resultar em uma equação de curto e outra de longo prazo.

No segundo capítulo, fez-se uma breve apresentação sobre a reestruturação do setor de telecomunicações brasileiro. Além disso, foram abordados os principais modelos de regimes tarifários, dando especial enfoque ao modelo do *price cap*.

No terceiro capítulo foram apresentados modelos teóricos que tratam da demanda dos serviços de telefonia. Optou-se pela inclusão desses modelos no presente estudo em função do propósito de agrupar os aspectos teóricos mais relevantes ao tema, além do fato de não haver coletânea de tal natureza na literatura nacional.

Foram abordados os seguintes modelos: (i) relações entre as elasticidades de uso e acesso dos serviços de telefonia; (ii) as dimensões de distância e duração das chamadas; (iii) tarifas em função do período dia (iv) elasticidades da firma *versus* elasticidades de mercado; (v) hipótese de aumento da elasticidade conforme aumenta a distância do destino da chamada e (vi) escolha entre planos de serviço.

No quarto capítulo procurou se atingir o principal objetivo deste trabalho. Com base em um modelo adequado de referência pertinente a uma análise da demanda e adequado à disponibilidade dos dados, estimou-se as elasticidades da demanda de serviço local. Os dados utilizados foram obtidos junto à Anatel em caráter de semi-confidencialidade, uma vez que não foi permitida a divulgação do estado brasileiro a que se refere, bem como sua real magnitude, sendo que foram indexados.

A própria estrutura teórica complexa para uma aplicação empírica, bem como a disponibilidade precária de dados torna o trabalho, de certa forma, limitado e

adverte-se, desde já, ao uso dos coeficientes estimados em outros estudos. Na última seção do trabalho são expostas todas essas deficiências e limitações.

Por outro lado, considera-se certa relevância neste estudo em função de não haver, pelo menos de conhecimento deste autor, estudos desta natureza no Brasil, de modo que os resultados encontrados mostraram-se aderentes à teoria econômica, bem como aos vários trabalhos empíricos realizados em outros países utilizando modelos semelhantes, evidenciando o padrão de demandas de telefonia local preço-inelásticas.

Além disso, há evidência de que as externalidades de rede do estado para o qual as estimações foram realizadas estão esgotadas pelo uso do STFC, trazendo a necessidade de estudos a respeito da substituição entre telefonia fixa e outros serviços com crescente penetração.

Como sugestões para trabalhos futuros, pode-se citar as estimações utilizando metodologias e modelos diferentes, que possam capturar outros efeitos e variáveis, a estimação de modelo de longa distância nacional e internacional e a estimação do mesmo modelo para outros estados brasileiros a fim e comparar os parâmetros, principalmente o da externalidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALA, M; ARRUFAT, J; COLOMÉ, R; NEDER, A.(1996) “*Elasticidades de Demanda de Servicio Basico en Argentina*”. Cuadernos de Economia. Nº 33, 397-424.

ALDEBERT, M; IVALDI, M; ROUCOLLE, C, (2004) “*Telecommunications demand and pricing structure: An Econometric Analysis*” [Telecommunication Systems vol. 25\(1-2\)](#), 89-115.

ANATEL: Resolução nº 418, de 18 de novembro de 2005, Aprova a Norma para Estabelecimento da Metodologia Simplificada de Cálculo do Fator de Transferência “X” Previsto nas Regras de Reajuste de Tarifas do Serviço Telefônico Fixo Comutado Destinado ai Uso do Público em Geral – STFC.

ANATEL: Resolução nº 424, de 6 de dezembro de 2005. Aprova o Regulamento de Tarifação do Serviço Telefônico Fixo Comutado Destinado ao Uso do Público em Geral – STFC Prestado no Regime Público”.

ANATEL: Modelo de Contrato de Concessão – Modalidade Local.

ANATEL: Resolução nº 420, de 25 de novembro de 2005, Aprova a Norma para Cálculo do Índice de Serviços de Telecomunicações – IST – Aplicado no Reajuste e Atualização dos Valores Associados à Prestação dos Serviços de Telecomunicações.

ANDREZ, A; PEREZ-AMARAL, T. (1998). “*Demand for telephone lines and universal service in Spain*”. Information Economics and Policy vol. 10, 501–514

APPELBE, T.; SNIHUR, N; DINEEN, C.; FRANESY, D. E GIORDANO, R. (1988). “*Point to Point Modelling: An Application to Canada-Canada and Canada United States Long Distance Calling*”. Information Economics and Policy. Vol.3, p. 311-331.

BAUMOL, W. E SIDAK, J. (1994). “*Toward Competition in Local Telephony*”. Cambridge: MIT Press.

BODNAR, J., P. DILWORTH, P e IACOMO, S (1988). “*Cross-Sectional Analysis of Residential Telephone Subscription in Canada*”. Information Economics and Policy. Vol.3, p. 359-378.

DOHERTY, A. (1984). “*Empirical estimates of demand and cost elasticities of local telephone service*” In: Changing Patterns in regulated Markets and Technology: The effect of Public Utility Pricing. Institute of Public Utilities. Michigan State University.

DUNCAN, G. e PERRY, D. (1994). *"IntraLATA toll demand modeling a dynamic analysis of revenue and usage data"*. Information Economics and Policy. Vol.6, p. 163-178.

ENDERS, W. (2003). *"Applied Econometric Time Series"*. 2nd Ed.. Willey

FAÇANHA, L.O.; RESENDE, M. (2003). *"Price cap Regulation, incentives and quality: The case of Brazilian Telecommunications"*. International Journal of Production Economics. vol. 92, 133-144.

GASSNER, K. (1998). *"An Estimation of UK Telephone Access Demand Using Pseudo-Panel Data"*. Utilities Policy. Vol. 7. p. 143-154.

GATTO, J.; LANGIN-HOOPER, J; ROBINSON, P. e TYAN, H. (1988). *"Interstate switched access demand Analysis"*. Information Economics and Policy. Vol.3, p. 333-358.

HARTMAN, R. e NAQVI, Z. (1994). *"Estimation of household preferences for long distance telecommunications carrier"*. Journal of Regulatory Economics. Vol. 6, p. 197-220.

HEITFIELD, E (1998) *"Who's Calling Whom? Modeling Social Networks and Long Distance Telephone Demand Using a Truncated Panel Data Methodology"* PhD Dissertation. University of California Berkeley.

KRIDEL, D.J; LEHMAN, D. e WEISMAN, D. (1993). *"Option value, telecommunications demand, and policy"*. Information Economics and Policy. Vol5, p. 125-144.

LAFFONT, J. e TIROLE, J. (2000). *"Competition in Telecommunications"* Cambridge. MIT Press.

LAMMAS, E. (2002) *"Preços de Ramsey e Universalização em Telecomunicações"*. Dissertação de Mestrado. FEA-USP. São Paulo.

LEVY, A. (1996). *"Semi-Parametric Estimation of Telecommunications Demand"*. Ph.D. Dissertation. University of California at Berkeley.

MADDEN, G.; BLOCH, H e HENSHER, O. (1993). *"Australian telephone network subscription and calling demands: evidence from a stated-preference experiment"*. Information Economics and Policy. Vol.5, p. 207-230.

MARTINS-FILHO, C. MAYO, J. (1993). *"Demand and pricing of telecommunications services: evidence and welfare implications"*. Rand Journal of Economics. Vol. 24, p. 439-454.

MATTOS, C. (2002). *"The Brazilian Model of Telecommunications Reform (BMTR): A Theoretical Approach"* Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília.

MIRAVETE, E. (2002). “*Estimating Demand for Local Telephone Service with Asymmetric Information and Optional Calling Plans*”. Review of Economic Studies, vol.69, 943-971.

MITCHELL, B. e VOGELSANG, I (1991). “*Telecommunications Pricing: Theory and Practice*” Cambridge. Cambridge University Press.

MONGKOLPORN, V. e YIN, X. (2004). “*How do Entries Change Demand: An Empirical Estimation for a Thai Telecommunications Company*” Journal of Asian Economics, vol. 16, 4, p. 688-703.

NARAYANAN, S.P.; CHINTAGUNTA, P.K. e MIRAVETE, E. (2004). “*The Role of Self Selection and Usage Uncertainty in the Demand for Local Telephone Service*”. Mimeo. Graduate School of Business, University of Chicago working paper.

OUWERSLOOT, H. e RIETVELD, B. (2001). “*On the distance dependence of the price elasticity of telecommunications demand; review, analysis, and alternative theoretical backgrounds*” The Annals of Regional Science. Vol. 35, 4, p. 577-594.

PASCÓ-FONT, A.; GALLARDO, J. e FRY, V. (1999). “*La Demanda Residencial de Telefonía Básica en el Perú*”. Osiptel-Grade. Estudios en Telecomunicaciones N. 4.

PEREZ-AMARAL, T; GONZALEZ, F; JIMENEZ, B. (1995) “*Business telephone traffic demand in Spain: 1980-1991, an econometric approach*”. Information Economics and Policy Vol. 7, 115-134.

PERL, L.J. (1983), “*Residential Demand for Telephone Service 1983*”, prepared for the Central Service Organization of the Bell Operating Companies, Inc., National Economic Research Associates, White Plains, NY, December 1983.

POSSAS, M.L. e PONDÉ, J.L. e FAGUNDES, J. (1997). “*Regulação da concorrência nos setores de infra-estrutura no Brasil: um enfoque alternativo*”. Revista Archè, número 16, ano VI, Universidade Cândido Mendes.

RESENDE, M. (2002). “*Brasilian Telecommunications: Experience and Future Perspectives*” In: International Handbook of Telecommunications Economics, editado por G. Madden e S. Savage. Edward Elgar.

SAPPINGTON, D.E.M. (2000). “*Price Regulation and Incentives*”. In: Handbook of Telecommunications Economics. Editado por Martin Cave, Sumit Majumdar e Ingo Vogelsang. Elsevier Publishing.

SOLVASON, D (1996). “*Cross-sectional Analysis of Residential Telephone Subscription in Canada Using 1994 Data*” Information Economics and Policy, vol. 9, 241-264.

TAYLOR, L. (1994). “*Telecommunications Demand in Theory and Practice*” Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. The Netherlands.

TAYLOR, L. (1998). *“Telecommunications Demand Analysis in Transition”*. System Sciences. Proceedings of the Thirty-First Hawaii International Conference on Vol. 5, p. 409 – 415.

TAYLOR, L. e KRIDEL, D (1990). *“Residential Demand for Acces to the Telephone Network”*. In: Telecommunication Demand Modelling: An Integrated View. A. De Fontenay, H. Shugar y D. Sibley, Editors. North-Holland.

TRAIN, K.E., McFADDEN, D.L. e BEN-AKIVA, M. (1987), *“The Demand for Local Telephone Service: A Fully Discrete Model of Residential Calling Patterns and Service Choices,”* The Rand Journal of Economics, Vol. 18, No. 1, Spring 1987, p. 109-123.

WAVERMAN, L. (1974). *“Demand for Telephone Services in Great Britain, Canada and Sweden”*. Birmingham International Conference in Telecommunications Economics. Birmingham, England, Maio.

WOLAK, F. (1996). *“The Welfare Impacts of Competitive Telecommunications Suply: A Household Level Analysis”*. Mimeo. Janeiro.