

# Externalidades de Rede e Tarifas de Interconexão na Rede Móvel: O Caso Brasileiro

Arthur Barrionuevo Filho \*  
*Fundação Getúlio Vargas*

Claudio R. Lucinda†  
*Fundação Getúlio Vargas*

## Abstract

Neste artigo, temos por objetivo investigar quais seriam os valores ótimos para a tarifa de interconexão na rede móvel no Brasil. Para tanto, inicialmente fornecemos uma breve resenha da estrutura legal sobre o tema desde a privatização nos anos 90, bem como uma visão geral do mercado de telecomunicações no Brasil. Na seção seguinte, fornecemos uma base teórica sobre o tema e sobre as abordagens teóricas utilizadas para o cálculo de tais preços, desde a adoção de preços de Ramsey com externalidades de rede, como utilizado pela OFCOM no estabelecimento de tarifas de interconexão na rede móvel no Reino Unido, até as que utilizam um ambiente de competição imperfeita no mercado de telefonia celular, como apresentado em Wright (2000). A terceira seção leva a cabo uma simulação destas abordagens para o caso brasileiro. A quarta seção conclui, com algumas recomendações de política.

**Abstract:** In this paper, we aim to investigate the optimum values for the termination rate on mobile networks in Brazil. In order to do so, initially we provide an overview of the legal framework on the subject since the privatization in the beginning of the 90's, as well as a market overview of the telecommunications sector in Brazil. In the second section, we provide a theoretical background on the subject and on the approaches used for the computing these prices, from the Ramsey pricing with network externalities, as used by Ofcom in the setting of termination charges for the United Kingdom, to the ones which use a framework of imperfect competition in the mobile sector, as presented in Wright (2000). The third section carries out a simulation of these approaches for parameter values of the Brazilian case. The fourth section concludes and posits some policy conclusions.

**Palavras-Chave:** Telecomunicações, Preços de Ramsey, Externalidades de Rede

**Keywords:** Telecommunications, Ramsey Pricing, Network Externalities

**ÁREA 8: Economia Industrial e da Tecnologia**

**JEL Codes:** L14, L51,L52

---

\*Professor, Escola de Economia de São Paulo e Escola de Administração de Empresas de São Paulo. Endereço: Rua Itapeva, 474-São Paulo-SP-Brasil. CEP: 01332-000 Tel: +55-11-3281-7765 Fax: +55-11-3281-7813 E-mail: abarrio@fgvsp.br.

†Professor, Escola de Administração de Empresas de São Paulo e Escola de Economia de São Paulo. Endereço: Rua Itapeva, 474-São Paulo-SP-Brasil. CEP: 01332-000. Tel: +55-11-3281-7765 Fax: +55-11-3281-7813 E-mail: claudiolucinda@fgvsp.br.

# 1 Introdução

Desde o processo de quebra do monopólio estatal das telecomunicações e a separação das redes de serviço em várias companhias controladas por diferentes agentes econômicos, a questão da estrutura tarifária em telecomunicações ganhou adicional importância. No caso da telefonia móvel, este problema é especialmente agudo, uma vez que, com a introdução da telefonia celular pré-paga, a tarifa de interconexão na rede móvel é considerada – pelas próprias operadoras – como um elemento chave para a viabilização do referido serviço. Por outro lado, o presente valor da tarifa de terminação na rede móvel é considerado pelas operadoras de telefonia fixa como sendo apenas uma transferência de renda dos usuários de telefonia fixa para os usuários de telefonia móvel. Ademais, segundo as mesmas operadoras, a utilização da tarifa de interconexão como meio de financiamento da difusão das telecomunicações móveis se constitui em um desvio dos objetivos iniciais propostos no modelo de telecomunicações, uma vez que elas – e não as operadoras móveis – arcam com as obrigações inerentes ao processo de universalização das comunicações.

Ainda que controverso, o tema ainda carece de estudos quantitativos para embasar qualquer argumentação. Neste sentido, o presente estudo busca estabelecer uma métrica para a avaliação das diferentes propostas sobre o tema. Para tanto, este texto está estruturado em cinco partes. Na segunda delas, a seguir, iremos fazer uma digressão sobre o marco regulatório brasileiro, para na terceira fazermos uma breve descrição sobre a literatura relacionada ao tema. Finalmente, na quarta parte, é realizada a análise de simulação. A quinta parte conclui.

## 2 Breve Histórico da Legislação sobre o Tema

Para compreendermos a legislação sobre a interconexão nas redes móveis, precisamos inicialmente entender como, historicamente, foi determinado este valor. Para as redes móveis da banda A, o valor das tarifas de interconexão nas redes móveis foi fixado pela portaria 505/97 do Ministério das Comunicações, segundo Pires (1999) [8] e é baseado no Custo de Uso do serviço. Tal metodologia de custo depende dos sistemas de contabilidade interna das empresas. As tarifas de uso das redes móveis da banda B, por outro lado, foram determinados de acordo com a proposta vencedora na licitação de cada uma das concessões. Tal estrutura de tarifas estavam vigentes até a mudança do marco regulatório levado a cabo pela transição do Serviço Móvel Celular para o Serviço Móvel Pessoal – associado com a mudança tecnológica implícita com o surgimento do *Personal Communications System*.

Com a instituição do SMP, o valor da remuneração do uso de redes móveis no Brasil deixou de ser objeto de regulamentação específica, com as operadoras envolvidas sendo obrigadas a pactuar os valores por meio de negociação – daí a mudança terminológica de Tarifa de Uso de Rede Móvel para Valor de Uso de Rede Móvel, ou VU-M na legislação concernente ao tema (Anexo à Resolução nº 319 da ANATEL). Somente foram mantidas algumas restrições.

A primeira destas restrições está relacionada com a relação entre a tarifa de uso de público (denominada VC-1) e este valor de interconexão. Segundo a ANATEL (2002) [1]:

“3.1.1 O VU-M de prestadora do SMP não pode inviabilizar a adoção do valor atualizado de VC-1 fixado nos Contratos de Concessão de prestadora de STFC.

3.2 O valor predominante de VC-1, considerando os descontos concedidos aos usuários, não poderá ser inferior à soma de VU-M da prestadora de SMP e da maior tarifa de uso da rede local (TU-RL) de prestadora de STFC da Área de Prestação do SMP, conforme regulamentação específica.” (ANATEL (2002) [1]).

Tal restrição conecta as decisões referentes à tarifa de uso de rede com as decisões relativas à tarifa de público. Para o caso de chamadas envolvendo usuários de diferentes operadoras móveis em uma mesma Área de Prestação de Serviço<sup>1</sup>, é adotado um sistema de *Bill & Keep*, em que não há cobrança de tarifas de interconexão – a menos que haja um desequilíbrio de tráfego. Ainda segundo a ANATEL (2002)[1]:

“3.3.No relacionamento entre prestadoras de SMP, em uma mesma Área de Registro, não será devido VU-M, ficando as prestadoras com as suas respectivas receitas na realização das chamadas inter-redes.

3.3.1 Até 30 de junho de 2005, no relacionamento entre prestadoras de SMP, em uma mesma Área de Registro, somente será devido o VU-M quando o tráfego sainte, em dada direção, for superior a 55% (cinquenta e cinco por cento) do tráfego total cursado entre as prestadoras.

3.3.1.1 Na hipótese prevista no item 3.3.1, a prestadora onde é originado o maior tráfego deverá efetuar pagamento do VU-M apenas nas chamadas que excedam a 55% (cinquenta e cinco por cento) do tráfego total cursado entre as prestadoras.” (ANATEL (2002) [1]).

Além desta modificação, no final do ano de 2004 foi colocada em consulta pública uma proposta de Regulamento Geral de Interconexão. Outra alteração contemplada diz respeito à criação de um conceito até o momento inexistente na legislação do setor – as operadoras com Poder de Mercado Significativo<sup>2</sup>. A partir desta divisão é criada uma diferença relativa a ação do órgão regulador. Segundo a ANATEL:

“Art. 11. Os valores máximos do VU-M de Prestadoras de SMP pertencentes a Grupo em regiões do PGA do SMP em que for considerado como detentor de PMS na oferta de interconexão em rede móvel são definidos pela Anatel.

§1º. Os valores máximos referidos no caput serão iguais para todas as Prestadoras do SMP pertencentes a um mesmo Grupo considerado como detentor de PMS na oferta de interconexão em rede móvel em determinada região do PGA do SMP.

§2º. A partir de 1º de janeiro de 2007, os valores de uso serão determinados com base no modelo FAC e considerando:

I - Os custos correntes incorridos por uma prestadora hipotética eficiente, apurados por modelo desenvolvido pela Anatel;

II - Os custos históricos informados pelas prestadoras e aceitos pela Anatel, nos termos da regulamentação.” (ANATEL (2004)[2])

No que tange às operadoras que não possuem poder de mercado significativo, uma solução similar à da resolução 319 da ANATEL será adotada – livre negociação com a eventual intervenção do regulador para dirimir eventuais problemas. Outra alteração importante diz respeito às chamadas entre redes de operadoras móveis localizadas em uma mesma área de prestação de serviço. Para estas, é implementado o *Bill & Keep* completo, não sendo mais necessário o pagamento de tarifas em caso de desequilíbrio de tráfego.

---

<sup>1</sup>Área Geográfica referente à região em que uma operadora fornece o serviço. Esta foi uma outra alteração significativa no que toca à legislação prévia, que tratava a interconexão envolvendo redes referentes à diferentes Áreas de Registro (áreas de numeração).

<sup>2</sup>Até o momento, não existe uma definição clara por parte da Agência – considerando as manifestações formais presentes nas consultas públicas – sobre quais seriam exatamente os critérios para a determinação de uma operadora com este Poder de Mercado Significativo.

Tais alterações, na forma em que elas foram propostas, dão uma relevância especial para o tema do presente artigo. Tanto para avaliar o resultado de eventuais negociações, quanto para guiar a ação do regulador em momentos nos quais a negociação é incapaz de gerar soluções para este preço, se faz especialmente necessária a existência de um contexto teórico para avaliar a otimalidade de diferentes tarifas de interconexão. Iremos discutir a base teórica disponível para este objetivo na seção seguinte.

### 3 Interconexão na Rede Móvel: Aspectos Teóricos

Em primeiro lugar, é importante realizar uma revisão sobre quais são os elementos teóricos que justifiquem uma análise da estrutura tarifária por parte da autoridade regulatória. Em geral, a inclusão de alguma variável dentro do escopo de atuação regulatória do setor público – no caso em questão, a tarifa de acesso à rede móvel – deve atender a alguns requisitos de eficiência:

- *Eficiência Alocativa*: A justificativa utilizada para a regulação da estrutura tarifária na telefonia móvel na Inglaterra foi que as operadoras de telefonia móvel dispunham de poder de mercado sobre as chamadas terminadas em sua rede – podendo assim elevar unilateralmente os seus preços. Isto criaria ineficiências alocativas, na medida em que a elevação unilateral dos preços faz com que deixem de ser realizadas transações mutuamente benéficas para as partes. No entanto, este ponto de vista está distante de ser unânime entre os reguladores. Em outros países, foram adotadas diferentes definições de mercado mais amplas na telefonia – com isto, a necessidade de regulação das tarifas não se tornou tão premente. Um outro aspecto a ser considerado quando da análise dos efeitos sobre a eficiência alocativa decorrentes de uma determinada medida regulatória envolve a chamada *externalidade de rede*: a adição de mais um usuário à uma rede de telefonia não gera benefícios (ou malefícios) somente para este usuário; todos os outros usuários já existentes também se beneficiam deste fato, benefício este que nem sempre pode ser capturado pelas partes envolvidas.
- *Eficiência Dinâmica*: No caso brasileiro, o principal argumento concernente a Eficiência Dinâmica diz respeito à capacidade de universalização dos serviços de telecomunicações. Quando consideramos o caso das externalidades de rede mencionadas acima, temos que as forças de mercado serão incapazes de atingir este objetivo<sup>3</sup>. Neste caso, conforme advogam Mitchell e Srinagesh (2003) [5] são muito claros: “Estruturas de preços que encorajam empresas e indivíduos a se associar antes do que fariam caso os preços fossem baseados em custos (*cost-based prices*) são benéficas porque ajudam a internalizar a externalidade de rede, e porque reduzem os riscos inerentes ao investimento em infra-estrutura” (Mitchell e Srinagesh (2003)[5], pp.33).

Os dois conceitos acima indicam que uma métrica pode ser considerada como candidato natural para a avaliação dos resultados da ação regulatória – o excedente econômico. A partir deste conceito, vários modelos foram desenvolvidos de tal sorte a identificar algumas direções segundo as quais as tarifas de interconexão deveriam ser estabelecidas. Armstrong (2002) [3] afirma que, para o caso de competição perfeita tanto no mercado de telefonia fixa quanto no de telefonia móvel, a melhor solução é o estabelecimento de tarifas de interconexão baseadas em custos. Por outro lado, no caso de competição no segmento de telefonia celular, e de existência de externalidades de rede, é ótimo estabelecer tarifas acima dos seus custos, e reduzir as tarifas do assinante abaixo dos custos para subsidiar os assinantes da telefonia móvel e aumentar o tamanho das redes móveis. Rohlfs (1974) e Griffin (1982) estendem

---

<sup>3</sup>É um resultado bastante conhecido na literatura econômica que, na existência de externalidades, uma situação em que ocorre a maximização do bem-estar social não é alcançada por soluções de mercado sem a intervenção governamental - no mínimo, para internalizar esta externalidade.

o conceito de preços de Ramsey – que incorpora explicitamente dentro do processo de estabelecimento das tarifas – para o caso de demandas inter-relacionadas e externalidades de rede. Finalmente, Wright (2002) [11] desenvolve um modelo em que cada uma das empresas de telefonia celular oferece um produto diferenciado com relação às suas características, conseguindo também dar expressão quantitativa para os seus resultados qualitativos. Segundo este modelo, o estabelecimento de uma tarifa de acesso à rede móvel acima do custo marginal de longo prazo faz com que seja viável a redução da tarifa de assinatura, aumentando assim o excedente do consumidor. Vejamos cada um destes modelos em maior profundidade.

### 3.1 A Tarifa de Interconexão: O Modelo de Armstrong (2002)

A importância deste modelo reside no fato que traz para o âmbito do mercado de telefonia móvel a discussão dos efeitos das externalidades de rede sobre a tarifa de acesso à rede móvel. Neste sentido, se coloca em contraposição a uma extensa literatura que advoga o estabelecimento de tarifas iguais aos custos marginais de longo prazo, como forma de se atingir e replicar os resultados de um mercado perfeitamente competitivo. Este modelo parte das seguintes premissas:

- Os assinantes da rede móvel não recebem nenhuma utilidade derivada do recebimento de chamadas.
- Os assinantes da rede móvel não pagam por chamadas recebidas.
- Os assinantes da rede móvel não se preocupam com o bem-estar das pessoas que as chamam.

Vamos supor que exista competição imperfeita no segmento de telefonia móvel, e que as operadoras tenham as seguintes estruturas de custos compostas por um custo fixo  $k$ , um custo marginal constante associado com a originação de chamadas –  $c^O$  – e um outro custo marginal associado com a terminação de chamadas em sua rede  $c^T$ . O custo por assinante da rede móvel que realiza  $q$  chamadas e recebe  $Q$  chamadas é igual a:

$$CT = k + c^O Q + c^T q$$

A operadora fixa tem que pagar uma tarifa  $a^T$  para a operador móvel por chamada fixo-móvel. Por outro lado, as operadoras móveis recebem uma tarifa igual a  $A^T$  por chamada originada na rede móvel e terminada na rede fixa. Além disso, elas cobram dos seus usuários por chamada fixo móvel um valor  $P(a^T)$ . Conseqüentemente, o assinante receberá uma quantidade  $Q(P)$  de chamadas. Suponha que uma operadora móvel ofereça aos seus assinantes uma assinatura igual a  $f$  e uma tarifa igual a  $p$  para chamadas originadas na rede. Logo, a quantidade realizada de chamadas será  $q(p)$ . Podemos então definir a função lucro por assinante para a operadora móvel:

$$\pi = (p - c^O - A)q(p) + (f - k) + (a^T - c^T)Q(P(a^T)) \quad (1)$$

Podemos decompor este lucro por assinante em dois termos. O último termo na equação (1) acima, é o lucro por assinante com o recebimento de chamadas. Os outros dois termos na somatória são as receitas pelo serviço prestado ao assinante. Para fins de facilidade expositiva, vamos definir este lucro como sendo  $\pi^T$ . Agora precisamos definir o bem-estar dos consumidores. Supondo que  $p = c^O + A$  – ou seja, que o preço da chamada móvel-fixo é igual ao custo – temos a seguinte desigualdade:  $k \leq \pi^T + f$ .

Esta desigualdade nos diz que se  $a^T > c^T$ , temos que  $\pi^T > 0$  e a empresa móvel subsidia a tarifa de assinatura dos seus assinantes. Ainda utilizando esta equação, podemos notar que o “custo efetivo” enfrentado pela operadora móvel é  $\hat{k} = k - \pi^T$ . Em resposta a este valor de  $\hat{k}$ , as empresas cobrariam

uma tarifa de assinatura  $f(\hat{k})^4$ . A diferença entre  $f(\hat{k}) - \hat{k}$  é uma medida de poder de mercado das empresas de celular.

Considerando esta estrutura, o passo seguinte é avaliar a adequação deste resultado em termos de bem-estar social. Para tanto, temos que especificar a função utilidade dos consumidores. Vamos supor que esta utilidade é aditivamente separável em relação às chamadas que fazem e em relação à assinatura paga. Logo, a utilidade de um consumidor é a seguinte:

$$\begin{aligned} U &= v(p) - f(\hat{k}) \\ U &= v(c^O + A) - f(k - \pi^T) \end{aligned}$$

Supondo que o número de usuários na rede móvel –  $N$  – é uma função crescente do nível de utilidade desfrutado pelos consumidores, temos então que  $N = N(U)$ . Logo podemos escrever a função lucro total da empresa de celular da seguinte forma:

$$\Pi = N(U)[(p - c^O - A)q(p) + (f - k) + (a^T - c^T)Q(P(a^T))]$$

A partir desta função lucro podemos definir o lucro econômico – extra-normal – para a companhia celular da seguinte forma:

$$\Pi^E = N(U)[f(k - \pi^T) + \pi^T - k]$$

Temos então que derivar agora o bem-estar social, a partir destes elementos. Vamos supor que a utilidade para os usuários da telefonia fixa decorrente das chamadas para celulares seja  $N(U)V(P)$  – indicando a referida externalidade de rede. Supondo que o preço cobrado pelas operadoras fixas seja de concorrência, temos que  $P = a^T + C^O$ , em que  $C^O$  é o custo de originação da chamada na rede fixa. Logo, o bem-estar social seria, na suposição que o lucro econômico das operadoras tenha um peso nulo na função de bem-estar social:

$$W = N(U)V(a^T + C^O) + \Phi(U) \quad (2)$$

Em que  $\Phi(U)$  representa o excedente do consumidor e é igual à integral da função  $N(U)$ , e  $V(a^T + C^O)$  é a função de utilidade indireta de um indivíduo. Diferenciando a equação 2 com respeito a  $a^T$ , temos a seguinte condição de primeira ordem:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial a^T} &= 0 \\ N'(f'(Q(P) + (a^T - c^T)Q'))V + NV' + \Phi'(f'(Q + (a^T - c^T)Q')) &= 0 \\ (a^T - c^T)Q' &= \frac{-NV'}{f'(N'V + N)} - Q \end{aligned}$$

Reorganizando a última destas equações, temos que:

$$(a^T - c^T) = \frac{1}{Q'} \left[ \frac{-NV'}{f'(N'V + N)} - Q \right] \quad (3)$$

Uma vez que  $Q' < 0$ , e  $V' < 0$ , temos que o termo do lado direito da equação 3 é, sem ambiguidade, positivo. Desta forma, o bem-estar social é maximizado com uma tarifa de interconexão  $a^T > c^T$  – ou seja, acima do custo. Note-se que este resultado se mantém mesmo com a suposição de um peso positivo para os lucros econômicos das empresas envolvidas.

Passemos agora ao desenvolvimento de outro modelo utilizado para a análise deste problema, desenvolvido por Rohlfs (2002).

<sup>4</sup>Esta função  $f(\cdot)$  possui  $f' \leq 0$ . Ou seja, quanto maior a tarifa de interconexão, maior é o repasse deste aumento na tarifa aos assinantes na forma de menores assinaturas.

### 3.2 Preços com Demandas Inter-Relacionadas

A Oftel (2001) [7], em seu relatório de avaliação das tarifas de interconexão na rede móvel, decidiu-se por utilizar o conceito desenvolvido no texto de Rohlfs (1974) [9] e Griffin (1982) [4] e definir um fator que é a razão entre o benefício social marginal e os benefícios marginais privados – denominado fator Rohlfs-Griffin<sup>5</sup>. Vamos proceder à determinação do mesmo. Começemos supondo que as demandas para três serviços - denominados assinatura (1), chamadas fixo-móvel (2) e interconexão (3), tenham demandas interrelacionadas, da seguinte forma:

$$\begin{aligned} q_1 &= \Phi(p_1, p_2, p_3) \\ q_2 &= \Psi(p_1, p_2, p_3) \\ q_3 &= \Theta(p_1, p_2, p_3) \end{aligned}$$

Inicialmente vamos descrever a solução de Ramsey para o caso das demandas inter-relacionadas, para a seguir discutirmos os efeitos das externalidades de rede sobre a mesma. Os preços de Ramsey são determinados a partir da seguinte regra. São os preços que maximizam o excedente do consumidor somado com o lucro da empresa, sujeito à uma restrição de um determinado lucro por parte da empresa, ou seja:

$$\begin{aligned} \max_{p_1, p_2, p_3} W &= \left[ \sum_{i=1}^3 p_i q_i - CT\left(\sum_{i=1}^3 q_i\right) \right] + V(p_1, p_2, p_3) \\ s.t & \quad \sum_{i=1}^3 p_i q_i - CT\left(\sum_{i=1}^3 q_i\right) = B \end{aligned}$$

Reorganizando as condições de primeira ordem deste problema de maximização, temos:

$$\begin{aligned} -\lambda q_1 &= (1 + \lambda) \sum_{i=1}^3 \left[ \left( p_i - \frac{\partial CT}{\partial q_i} \right) \frac{\partial q_i}{\partial p_1} \right] \\ \sum_{i=1}^3 \left[ \left( p_i - \frac{\partial CT}{\partial q_i} \right) \frac{\partial q_i}{\partial p_1} \right] &= -\frac{\lambda}{1 + \lambda} q_1 \end{aligned} \quad (4)$$

Podemos derivar condições análogas para cada os outros serviços. Para enfatizar a similaridade com a regra de Ramsey tradicional – em que não há inter-dependência entre as demandas – podemos seguir a definição de Rohlfs (1974) e definir uma “superelasticidade”<sup>6</sup>:

$$\Gamma_1 = \sum_{i=1}^3 \frac{p_i q_i}{p_1 q_1} \left[ \frac{\partial q_i}{\partial p_1} \frac{p_1}{q_i} \right]$$

Condições similares às de Ramsey tradicionais podem ser derivadas para todos os outros preços, com o uso deste conceito:

$$\frac{p_1 - \frac{\partial CT}{\partial q_1}}{p_1} = \left( -\frac{\lambda}{1 + \lambda} \right) \frac{1}{\Gamma_1} \quad (5)$$

<sup>5</sup>Uma vez que existe uma externalidade, a maximização do bem-estar social sem considerar explicitamente a mesma levaria a resultados menos eficientes. Os dois autores referidos fizeram a inclusão destes efeitos por meio de um múltiplo que transforma o bem-estar privado gerado por um vetor de preços em bem-estar social (que já incluiria os efeitos da referida externalidade).

<sup>6</sup>Tal superelasticidade consiste em uma soma das elasticidades preço e cruzadas de um determinado serviço, ponderada pela razão entre a receita dos serviços e a receita do serviço que se está considerando. A derivação se encontra no Apêndice 1.

Caso suponhamos a existência de externalidades de rede, por exemplo no serviço 1 (Acesso), a solução proposta por Griffin (1982) [4] é de definir um fator de externalidade – também conhecido como fator “Rohlf’s-Griffin” – denotado  $ex$ - que é a razão entre o benefício marginal social e o benefício marginal privado. Substituindo o Benefício Marginal Social na função objetivo e mantendo o Benefício Marginal Privado na restrição, após uma longa derivação matemática, temos a seguinte relação:

$$\left( \frac{p_3 - \frac{\partial C}{\partial q_3}}{p_3} \right) = \frac{\Gamma_1 ex}{\Gamma_3 [(1 - ex)\Gamma_1 + 1]} \left( \frac{p_1 - \frac{\partial C}{\partial q_1}}{p_1} \right) \quad (6)$$

O último dos modelos analisados é o proposto por Wright (2000).

### 3.3 O Modelo de Wright

A última forma de abordar a fixação da tarifa de interconexão baseia-se em modelo de análise desenvolvido por Wright (2000), em que se conclui que a fixação da tarifa de interconexão por parte das empresas de telefonia celular, pressupondo a existência de concorrência entre elas pelo usuário final, fará com que o bem estar da sociedade seja maior, se, o valor desta tarifa for superior ao seu custo incremental de longo prazo.

Existem três grupos de agentes neste modelo:

- Consumidores,
- Empresas de telefonia celular denotadas por  $i = 1, 2$  e,
- Empresas de telefonia fixa.

O modelo busca medir os resultados dos diferentes valores das tarifas de interconexão e as outras tarifas cobradas ao consumidor pelas operadoras sobre o excedente do consumidor. As empresas de telefonia fixa definem as suas tarifas em função de serem, ou não serem integradas a uma empresa celular. Cada consumidor de serviço celular de uma empresa  $i$  possui a seguinte função utilidade:

$$U = u^F(q_i^F) + u^C(q_i^C) + \theta_i + v$$

Em que:

- $u^F(q_i^F)$  denota a utilidade derivada dos  $q_i^F$  minutos de chamadas para telefones na rede fixa
- $u^C(q_i^C)$  denota a utilidade derivada dos  $q_i^C$  minutos de chamadas para telefones na rede móvel
- $\theta_i$  denota a utilidade derivada pelo consumidor associada com pertencer a rede  $i$  de telefonia móvel;
- $v$  denota a utilidade por estar conectado a alguma das redes de telefonia celular.

Estes dois elementos,  $\theta_i$  e  $v$ , distribuídos uniformemente em duas dimensões, determinam a decisão do indivíduo de se conectar a alguma das redes de telefonia celular<sup>7</sup>. Portanto, o bem-estar do indivíduo decorrente de pertencer à rede 1, mais o bem estar decorrente de participar de uma rede qualquer de telefonia celular, mais o excedente do consumidor decorrente da utilização dos serviços de ligações para telefones fixos e celulares define a utilidade total para o consumidor.

As operadoras de telefonia celular atuam em condições de concorrência imperfeita. Para facilitar a modelagem, são consideradas as seguintes hipóteses:

<sup>7</sup>Tais parâmetros são responsáveis pela heterogeneidade entre os indivíduos. e determinam a participação de mercado de cada operadora.

- Serviços Oferecidos: Cada operadora cobra uma tarifa de acesso à rede e oferece três serviços:
  - Ligações Celular para Fixos: Cobrança por minuto a um preço  $p_i^F$  e custo por minuto igual a  $c^O + C^T$ , em que  $c^O$  representa o custo incremental da originação na rede celular e  $C^O$  representa o custo incremental da terminação na rede fixa;
  - Ligações Celular para Celulares: Cobrança por minuto a um preço  $p_i^C$  e custo por minuto igual a  $2 \times c^T$ , em que as variáveis representam os custos incrementais para as operadoras de celular;
  - Recebimento de ligações de telefones fixos: Cobrança de uma tarifa  $a_i^T$  (análogo à VU-M) dos usuários de telefonia fixa e custo igual a  $c^T$  (Custo Incremental) por minuto.

Com estas variáveis, a empresa de telefonia móvel denotada  $i$  possui uma função lucro igual a:

$$\pi_i = n_i[(p_i^F - c^O - C^T)q_i^F(p_i^F) + (p_i^C - 2c^T)q_i^C(p_i^C) + (r_i - f) + (a_i^T - c^T)Q(P)]$$

Em que  $n_i$  denota o número de assinantes da operadora  $i$ , e é determinado a partir das funções utilidade do indivíduo. Esta função significa que os lucros da operadora são derivados da diferença entre os preços das ligações feitas pelos seus usuários móvel-móvel e móvel-fixo e os seus respectivos custos, a diferença entre a tarifa de interconexão e o custo da terminação da chamada recebida pelos seus usuários, e a diferença entre as eventuais receitas e custos fixos por usuário (sendo  $r_i$  o total das eventuais receitas fixas e  $f$  o total dos custos fixos).

Cada uma das firmas no mercado celular irá escolher um conjunto de preços para os serviços oferecidos, de tal forma a maximizar esta função lucro. As operadoras de telefonia fixa não serão objeto de análise mais aprofundada, tendo em vista os objetivos do presente trabalho. No entanto, em um primeiro momento, seguindo Wright, parte-se da hipótese que esta firma seja somente operadora em telefonia fixa.

Quando se considera a empresa local como monopolista para ligações para telefones celulares, mas não possui operações de telefonia celular, suas receitas são resultado da cobrança por minuto das ligações para telefonia celular a um preço  $P$ . O seu custo por minuto depende da rede a qual ela está se conectando. Desta forma, os seus lucros possuem a seguinte expressão:

$$\Pi = (n_1 + n_2) \left( P - C^O - \frac{n_1}{n_1 + n_2} a_1^T - \frac{n_2}{n_1 + n_2} a_2^T \right) Q(P)$$

Em que  $Q(P)$  denota a função demanda por ligações fixo-celular. A operadora de rede local escolhe o preço da ligação fixo-celular de forma a maximizar os seus lucros. Os resultados do modelo são dados pelas posições de equilíbrio para cada conjunto de variáveis exógenas, e em particular, da tarifa de interconexão para a rede móvel. Em equilíbrio, todas as empresas escolhem preços que maximizam os seus lucros nos diferentes serviços. A implicação mais importante está resumida na proposição a seguir, cuja aplicabilidade para o caso brasileiro será investigada na seção a seguir.

**Proposição 1:** Uma elevação da tarifa de interconexão móvel, acima do custo incremental de longo prazo (LRIC), gera incentivos para as operadoras móveis competitivas que não estão em conluio reduzirem o preço da assinatura, permitindo acesso de maior número de usuários ao serviço.

## 4 Simulações para o caso brasileiro

Nesta seção iremos desenvolver um modelo de simulação para derivar algumas conclusões sobre a estrutura de preços dos serviços de telecomunicações no Brasil, derivado do modelo de Wright (2002)[11].

Para tanto, serão necessários dados sobre (i) tráfego entre redes no país e (ii) elasticidades-preço da demanda pelos diferentes serviços, e (iii) estimativas de Custo Marginal de Longo Prazo para o serviço de interconexão. Com relação aos dados de tráfego entre redes no Brasil, temos os seguintes dados:

Tabela 1: Dados de Tráfego entre Redes (Bilhões de Minutos) – Brasil

Tipo de Tráfego	2002	2003
Pulsos Locais STFC para STFC	202	198
Ligações Móveis para STFC da área de registro	08	09
Ligações Móveis para Móveis	06	06
Ligações Móveis para STFC Longa Distância	02	03
STFC Longa Distância para Móvel	07	08
STFC Longa Distância para Fixa	33	41
STFC da área de registro para Móvel	16	20
Total	274	285

Fonte: ANATEL

Com relação às elasticidades-preço da demanda por serviços de telefonia móvel, foi realizada uma pesquisa de campo em três capitais brasileiras - Curitiba na Região Sul, São Paulo na Região Sudeste e Recife na Região Nordeste. Foram obtidos os seguintes valores para as elasticidades-preço<sup>8</sup>:

Tabela 2: Valores para a Elasticidade-Preço da Demanda

Medida de Sensibilidade a Preço	Segmento 1 – Não Usuários de Telefonia Móvel das Classes C e D			
	Class e C	Class e D		
Elasticidade Média da Preferência Relativa de Compra de Telefonia Móvel em Função do Atributo "E - Preço da Ligação Local de Celular"	-0,48808	-0,45850		
	Segmento 2 - Usuários de Telefonia Móvel das Classes C e D			
	Class e C	Class e D		
Elasticidade Média da Preferência Relativa de Telefonia Móvel em Função do Atributo "H - Preço da Ligação de Telefone Celular para Telefone Celular"	-0,79171	-0,69875		
Elasticidade Média da Preferência Relativa de Telefonia Móvel em Função do Atributo "I - Preço da Ligação de Telefone Celular para Telefone Fixo"	-0,71961	-0,64052		
	Segmento 3 - Usuários de Telefonia Fixa das Classes A, B, C e D			
	Class e A	Class e B	Class e C	Class e D
Elasticidade Média da Preferência Relativa de Telefonia Fixa em Função do Atributo "L - Preço da Ligação de Telefone Fixo para Telefone Celular no Horário Comercial"	-0,42624	-0,55377	-0,48442	-0,5249
Elasticidade Média da Preferência Relativa de Telefonia Fixa em Função do Atributo "M - Preço da Ligação de Telefone Fixo para Telefone Celular Fora do Horário Comercial"	-0,42269	-0,49666	-0,3592	-0,4557

Fonte: Elaboração dos Autores

<sup>8</sup>Tais elasticidades-preço são relativas à intenção de compra do serviço

Para que possamos realizar as estimações propriamente ditas, partindo de um valor de tarifa de interconexão que é equivalente ao custo marginal de longo prazo, conforme uma estimativa utilizada pela Oftel, convertida em Reais. Esta estimacão foi realizada da seguinte forma. Inicialmente, foram obtidos os valores para os custos incrementais do serviço de terminacão na rede móvel em Oftel (2001). Destes valores foram retirados, em primeiro lugar, a parcela correspondente ao custo de capital britânico (12,5%, segundo Oftel (2001)), e o mark-up adicionado de forma a cobrir os custos comuns.

O passo seguinte na análise foi transformar o valor resultante em reais, por meio de uma taxa de câmbio R\$/Libra de 4,787. Após esta conversão, foram adicionados um mark-up correspondente aos custos comuns na mesma medida da Oftel (2001), e um custo de capital da ordem de 13,3% reais. Com isto, obtivemos o valor para o custo incremental na rede fixa (R\$ 0,199), e foi adicionada uma diferença de 20% obtendo assim o valor do custo incremental na rede móvel (R\$ 0,239).

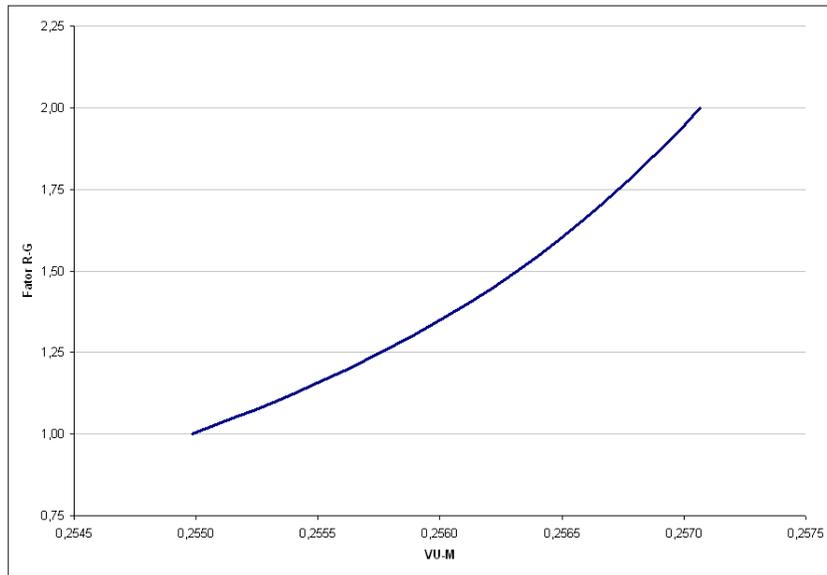
Para verificar a consistência do custo incremental, foi realizada uma estimativa do Custo Distribuído por Atividade para a interconexão entre as redes fixa e móvel no caso brasileiro. A metodologia adotada consistiu nos seguintes passos;

1. Obtivemos, para a mostra de operadoras equivalente a 82,7% do total de usuários móveis no ano de 2002, os custos dos serviços prestados, incluindo depreciação. Não foram incluídas as despesas gerais, despesas comerciais, custo das mercadorias vendidas e outros gastos que pudessem não estar relacionados com a operacão e manutencão da rede móvel. Esse valor montou a R\$5.573 milhões para o ano de 2002. (note-se que esse valor pode ser uma aproximacão do que poderia ser o valor máximo para o custo incremental de longo prazo, pois ainda pode conter elementos de custo relativos ao atendimento de clientes. Ademais não se pode assegurar que estes custos reflitam a operacão eficiente de rede móvel).
2. Estimamos os encargos de capital sobre os investimentos nos ativos operacionais com base no custo médio real ponderado de capital WACC de 13,3% sobre os investimentos estimados em R\$33,564 bilhões. Os encargos de capital resultaram em R\$4.464 milhões para o ano de 2002.
3. Segundo dados fornecidos pela ANTEL, o total do tráfego na rede móvel pode ser estimado da seguinte forma:
  - (a) Tráfego fixo-móvel 23 bilhões de minutos
  - (b) Tráfego móvel-fixo 10 bilhões de minutos
  - (c) Tráfego móvel-móvel (x2) - 12 bilhões de minutos
4. Portanto o tráfego pela rede móvel em 2002 pode ser estimado em aproximadamente 46 bilhões de minutos. Aplicando a representatividade da amostra de operadoras de 82,7% do mercado brasileiro em número de usuários, teríamos que o tráfego pelas operadoras da amostra foi de aproximadamente 38 bilhões de minutos. Conseqüentemente, o custo médio pelo uso da rede móvel das operadoras brasileiras poderia ser estimado em R\$ 0,2638/minuto

Este valor é bastante consistente com os resultados mais acima, uma vez que, por características das metodologias utilizadas, o valor obtido ali tende a ser maior do que o valor dos custos incrementais aqui calculado.

A primeira das simulacões busca replicar, para o caso brasileiro, a metodologia aplicada pela OFTEL e descrita na seçao 3.2. O resultado desta simulacão está exposto a seguir:

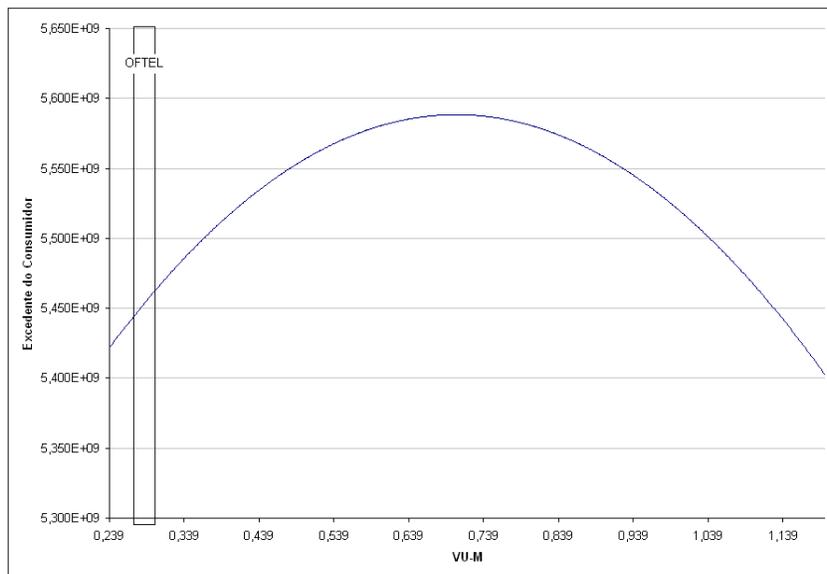
Figura 1: Fator Rohlfs-Griffin e Valor da VU-M



Fonte: Elaboração dos Autores

O passo seguinte foi investigar o efeito das diferentes tarifas de interconexão sobre o excedente do consumidor, de acordo com o arcabouço do modelo de Wright desenvolvido na seção 3.3. Os resultados da simulação estão expostos a seguir. Neste mesmo gráfico, estão expostos os valores da tarifa de interconexão associada com os resultados da figura anterior:

Figura 2: Excedente do Consumidor e VU-M



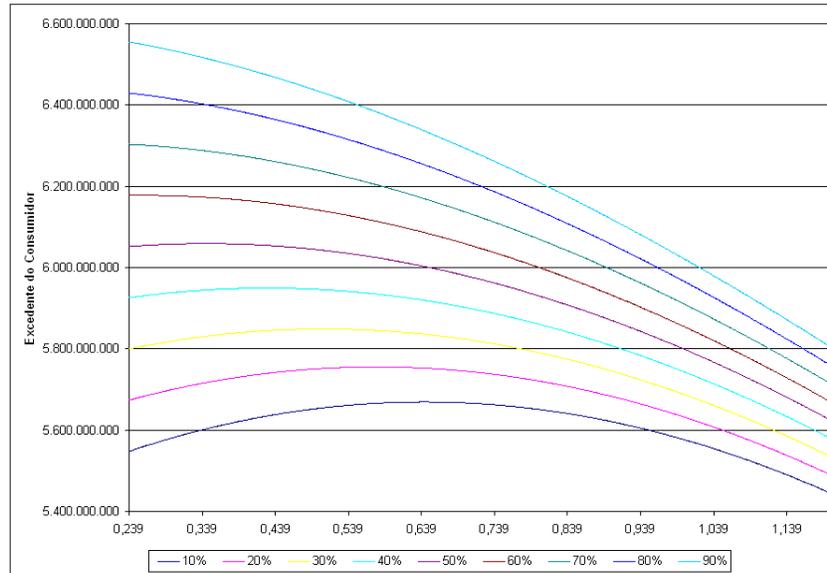
Fonte: Elaboração dos Autores

A partir dos dados desta figura, podemos concluir que uma tarifa de interconexão da ordem de R\$

0,70 (valores de 2002) seria aquela que maximiza o bem-estar social. Ademais, a principal conclusão do modelo de Wright, que implica em valores acima dos custos incrementais de longo prazo para a tarifa de acesso para a rede móvel, sem mantém para o caso brasileiro.

Adicionalmente, foram realizadas simulações para mostrar a sensibilidade dos resultados à uma hipótese bastante sensível – que é a de peso nulo para o lucro econômico das operadoras do serviço móvel celular. Tais simulações estão expostas a seguir:

Figura 3: Sensibilidade dos resultados à definições alternativas de Excedente Econômico



Fonte: Elaboração dos Autores

Tais resultados indicam que, somente se colocássemos peso similar ao excedente do consumidor sobre o lucro econômico, teríamos uma solução em que seria socialmente ótima a colocação de uma tarifa de interconexão acima do custo marginal de longo prazo.

## 5 Conclusões

Neste texto, tínhamos por objetivo realizar algumas simulações para a determinação de valores ótimos para a tarifa de interconexão na rede móvel no Brasil. Inicialmente fizemos uma revisão da literatura, mostrando os principais modelos que são utilizados na literatura, começando com o modelo de Armstrong (2002), e depois com o modelo de Rohlfs (2003), adotado pela OfTel como *benchmark* para o estabelecimento de tarifas de interconexão no Reino Unido. Finalmente, foi analisado o Modelo de Wright, em que é construído um modelo de competição – imperfeita – para a telefonia móvel e com penetração incompleta no setor.

O passo seguinte foi realizar um conjunto de simulações computacionais para determinar, com a ajuda de parâmetros calculados para o caso brasileiro, qual seria a tarifa de interconexão adequada ao caso nacional. Com a utilização de metodologia similar à da OFTEL, obtivemos valores para a VU-M não maiores do que R\$ 0,26.

Para o caso da calibragem do modelo de Wright, obtivemos valores ótimos do ponto de vista do excedente do consumidor da ordem de R\$ 0,70. Adicionalmente concluímos que o resultado qualitativo

principal do modelo – que, na presença de penetração incompleta do sistema de telefonia móvel seria socialmente ótimo o estabelecimento de valores acima do custo incremental de longo prazo – se mantém.

## Referências

- [1] ANATEL (2002) Anexo à Resolução nº 319, de 27 de Setembro de 2002. Brasília: ANATEL.
- [2] ANATEL (2004) Anexo à Consulta Pública nº 549, de 13 de julho de 2004. Brasília: ANATEL.
- [3] ARMSTRONG, M. (2002) “Call Termination on Mobile Networks” artigo disponível em <http://www.ofcom.org.uk/static/archive/oftel/publications/mobile/ctm.2002/armstrong110402.pdf>.
- [4] GRIFFIN, J. (1982) “The Welfare Implications of Externalities and Price Elasticities for Telecommunications Pricing” *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 64 Issue 1.
- [5] MITCHELL, B. G. e SRINAGESH (2003) “Economic Analysis of Fixed-to-Mobile Termination Charges” *Charles River Associates Report*. CRA Nº 4021.
- [6] MITCHELL, B. G. e VOGELSANG (1997) *Telecommunications Pricing: Theory and Practice*. Cambridge University Press.
- [7] OFTEL (2001) Review of the Charge Control on Calls on Mobiles. UK: OfTel - 26-09-2001.
- [8] PIRES, J. C. L. (1999) “Políticas Regulatórias no Setor de Telecomunicações: A Experiência Internacional e o Caso Brasileiro” *Textos para Discussão* 71.
- [9] ROHLFS, J. (1974) “A Theory of Interdependent Demand for Telecommunications Services” *The Bell Journal of Economics and Management Science* (Spring 1974) 16-37.
- [10] ROHLFS, J. (2002) “Annex A: Network Externalities and their Internalization with respect to the UK Mobile Market Network” OFTEL, 19 April 2002.
- [11] WRIGHT, J. (2002) “Competition and Termination in Cellular Networks” *Mimeo*.

## A Apêndice

### A.1 Derivação das Superelasticidades

Vamos realizar a derivação. Inicialmente vamos dividir os dois lados por  $q_1$ :

$$\sum_{i=1}^3 \left[ \left( \frac{p_i}{q_1} - \frac{\partial CT}{\partial q_i} \frac{1}{q_1} \right) \frac{\partial q_i}{\partial p_1} \right] = -\frac{\lambda}{1+\lambda}$$

Multiplicando e dividindo dentro dos colchetes por  $p_1 q_i$  temos:

$$\sum_{i=1}^3 \left[ \left( \frac{p_i p_1}{q_1 p_1} - \frac{\partial CT}{\partial q_i} \frac{p_1}{q_1 p_1} \right) \frac{\partial q_i}{\partial p_1} \frac{q_i}{q_i} \right] = -\frac{\lambda}{1+\lambda}$$

Podemos reorganizar esta expressão chegando na seguinte:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{p_i q_i}{p_1 q_1} \left[ \frac{\partial q_i}{\partial p_1} \frac{p_1}{q_i} \right] - \sum_{i=1}^3 \frac{\partial CT}{\partial q_i} \frac{p_1}{q_1 p_1} \frac{\partial q_i}{\partial p_1} \frac{q_i}{q_i} = -\frac{\lambda}{1 + \lambda}$$

Reorganizando mais uma vez e utilizando a definição de “superelasticidade”:

$$\Gamma_1 - \sum_{i=1}^3 \left( \frac{\partial CT}{\partial q_i} \frac{p_1}{q_1 p_1} \frac{\partial q_i}{\partial p_1} \frac{q_i}{q_i} \right) = -\frac{\lambda}{1 + \lambda}$$

Agora é somente multiplicar e dividir dentro do parênteses por  $p_i$ :

$$\begin{aligned} \Gamma_1 - \sum_{i=1}^3 \left( \frac{\partial CT}{\partial q_i} \frac{p_1}{q_1 p_1} \frac{\partial q_i}{\partial p_1} \frac{q_i}{q_i} \frac{p_i}{p_i} \right) &= -\frac{\lambda}{1 + \lambda} \\ \Gamma_1 - \Gamma_1 \sum_{i=1}^3 \left( \frac{\partial CT}{\partial q_i} \frac{1}{p_1} \right) &= -\frac{\lambda}{1 + \lambda} \end{aligned}$$

Podemos lembrar do teorema do envelope, que nos diz que, em volta do ótimo os efeitos de segunda ordem são muito pequenos. Logo, a somatória antes do parênteses se reduz a somente um termo,  $\frac{\partial CT}{\partial q_1}$ , o que nos dá:

$$\begin{aligned} 1 - \frac{\frac{\partial CT}{\partial q_1}}{p_1} &= \left( -\frac{\lambda}{1 + \lambda} \right) \frac{1}{\Gamma_1} \\ \frac{p_1 - \frac{\partial CT}{\partial q_1}}{p_1} &= \left( -\frac{\lambda}{1 + \lambda} \right) \frac{1}{\Gamma_1} \end{aligned} \tag{7}$$