



Universidade de Brasília - UNB
Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação.
Departamento de Economia
Mestrado em Economia do Setor Público

Marcelo Moraes Rodrigues

Externalidade de rede e a telefonia fixa-móvel: um estudo sobre o poder de mercado da telefonia móvel e a demanda por serviços de telecomunicações

Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de Brasília, sob orientação dos Professores Doutores Roberto de Góes Ellery Júnior e Paulo Augusto Pettenuzzo de Britto, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Economia do Setor Público.

Defesa em 12 de julho de 2005.

Brasília – DF
Julho de 2005

SUMÁRIO

Lista de figuras, gráficos e tabelas:	3
Agradecimentos	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1 Introdução	7
2 Marco teórico	12
2.1 Existência de bottleneck no mercado de telefonia fixa-móvel	12
2.2 O Modelo do mercado de telefonia fixa-móvel	14
2.3 O caso dos preços diferenciados das chamadas fixas-móveis	18
2.4 A externalidade de rede e demais características dos serviços de telecomunicações	21
2.5 A demanda por serviços de telecomunicações	28
3 Lucro das firmas celulares e sua relação com a demanda no mercado de telefonia fixa-móvel	32
3.1 O caso da firma celular monopolista	34
3.2 Maximização do lucro no mercado celular no caso de monopólio	40
3.3 Maximização do lucro no mercado celular no caso de competição	41
4 A questão do subsídio no mercado de telefonia fixa-móvel	45
5 Implicações no bem-estar social	47
6 Considerações finais	56
Apêndice A	A-61
Apêndice B	B-64
Referência bibliográfica	68
Anexo I	I-1

Lista de figuras, gráficos e tabelas:

Figuras

2.1: Fluxo do comportamento dos preços de acesso e de varejo no mercado de telefonia fixa-móvel	16
2.2: Distribuição dos potenciais consumidores por serviços de telecomunicações	31
2.3: Demanda por serviços de telecomunicações	33

Gráficos

5.1: Função de Bem-estar Social <i>versus</i> densidade da telefonia fixa	49
5.2: Função de Bem-estar Social <i>versus</i> Tarifa de Interconexão	50

Tabelas

5.1: Quadro-resumo do comportamento da função de bem-estar social.....	52
--	----

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de certa forma contribuíram para a realização e o meu aproveitamento neste curso, em especial:

À professora Maria da Conceição Sampaio de Sousa, pelo brio com que conduziu mais uma turma de mestrado em economia do setor público a despeito das dificuldades e obstáculos suplantados à frente da coordenação do curso.

Aos meus orientadores Roberto de Góes Ellery Júnior e Paulo Augusto P. de Britto, pelo apoio, comentários e críticas na elaboração deste trabalho.

Aos meus chefes Alexandre Valente Xavier e Maurício de Albuquerque Wanderley, um agradecimento especial por compreenderem a dificuldade de ser estudante e profissional simultaneamente.

Ao apoio administrativo recebido pelo Instituto Serzedello Corrêa, Tribunal de Contas da União, particularmente, os servidores Carlos Wellington Leite de Almeida e Maria das Graças da S. Duarte de Abreu.

Ao Tribunal de Contas da União pelo apoio institucional e financeiro prestados.

Às minhas amadas esposa e filha, Alessandra e Luíza, que abdicaram da minha companhia em diversas ocasiões para que eu pudesse perseguir o objetivo do mestrado. Vocês são a razão da minha conquista.

Aos meus queridos pais e irmã: Vera, Jorge e Luciana, pelo apoio emocional, amor e carinho que deram para a subida de mais um degrau, mesmo à distância.

A todos os meus amigos e companheiros do Mestrado em Economia do Setor Público da Universidade de Brasília, pelos momentos de aprendizado e descontração durante o curso.

RESUMO

Esta dissertação desenvolve um modelo teórico do mercado de telefonia fixa-móvel, buscando analisar a característica da externalidade no consumo presente nas indústrias de rede, bem como o fenômeno específico do *bottleneck* existente neste mercado, em que as firmas celulares detêm certo domínio sobre seus clientes. Tal poder de mercado leva as firmas celulares a maximizar sua lucratividade marginal, estabelecendo as tarifas de interconexão no nível de monopólio, sob a hipótese de preços diferenciados das chamadas fixas-móveis. Em virtude da externalidade no consumo, fica demonstrado que a variação do lucro destas firmas em relação ao número de assinantes é estritamente positiva, facultando as firmas celulares a estabelecer um subsídio aos seus clientes com objetivo estritamente competitivo. Assim, quanto maior o *market share* das firmas celulares, maior será a variação positiva do lucro por assinante. Fica demonstrado, ainda, que, independentemente da política social adotada, o bem-estar social é maximizado quando as tarifas de interconexão tendem ao seu custo marginal.

ABSTRACT

This piece of work develops a theoretical model of the fixed-mobile telephony market, trying to analyze the characteristic of consumer's externality (network externality) existent in the network industries, as well as the specific phenomenon of bottleneck in that market, in which the cellular firms have certain domain over their costumers. This market power leads the cellular firms to maximize their marginal lucrativity through the establishment of access prices on the monopoly level, under the differentiated fixed-mobile prices. Due to network externality, it has been shown that the profit variation in relation to the number of subscribers is strictly positive, enabling the firms to establish a subsidy to their customers, aiming at conquering them. Thus, the greater the market share of cellular firms, the greater will the positive profit variation per subscribe be. In addition, it has been pointed out that, independently of the social policy adopted, the social welfare is maximized when the access prices converge to their marginal costs.

1 Introdução

A idéia central deste trabalho é mostrar a relação direta existente entre o poder de mercado das firmas de telefonia celular e a quantidade de assinantes existentes na rede celular, além da relação inversa entre este poder e o nível de demanda das chamadas num mercado de telefonia fixa-móvel.

Apesar da possibilidade de *call back*¹ e das chamadas móveis-móveis atenuarem o poder de mercado da telefonia fixa-móvel pela possibilidade de substituição do produto, com conseqüente aumento da elasticidade das chamadas fixas-móveis, conforme Wright (2002: 308-9), o modelo aqui apresentado trata apenas das chamadas fixas-móveis, visando ressaltar as características do referido poder de monopólio das firmas celulares.

Outra característica do modelo diz respeito a sua estrutura de preços em que a parte que origina a chamada é quem paga por ela, e não aquela que a recebe. Esta estrutura é usualmente denominada *Calling-Party-Pay* (CPP) e é usualmente adotada nos países da Europa, Ásia e América Latina, incluindo o Brasil.

Mas, como se origina o poder de mercado das firmas celulares?

O poder de mercado das firmas celulares advém da existência de um *bottleneck* ou *essential facility* típico na indústria de telecomunicações, qual seja o domínio que as firmas de telecomunicações possuem sobre seus clientes.

¹ *Call back* caracteriza-se pela possibilidade dos assinantes da telefonia móvel retornarem a chamada para os consumidores da telefonia fixa, quando os preços das chamadas móveis-fixas são significativamente inferiores aos preços das chamadas fixas-móveis.

Numa chamada para um aparelho celular, a rede de telefonia fixa requer acesso à firma celular que detém a fidelização do destinatário da chamada. Normalmente, a firma de telefonia fixa recebe para realizar tal chamada, mas repassa o valor da tarifa de interconexão à firma celular, que detém domínio (*bottleneck*) sobre as chamadas terminadas na sua rede.

O controle sobre os clientes passa pelas características apontadas nas indústrias de rede, como a externalidade no consumo, a incompatibilidade dos terminais e o custo da transferência, que extrapola a dimensão financeira, relacionando-se ao transtorno causado pela mudança do código de acesso, ou número do terminal, e que afeta, por sua vez, a utilidade do consumidor proporcionalmente à extensão da sua rede de relacionamento. O nível dos custos de transferência depende do grau de fidelização dos clientes.

Tal situação foi descrita pela agência reguladora britânica, ex-OFTEL, atualmente OFCOM, que deu o seguinte parecer²:

“Operadores de rede móvel, como todos os operadores de rede, têm uma posição de monopólio sobre a ‘terminação’ de chamadas nas suas redes. Eles têm essa posição porque, quando alguém quer realizar uma chamada para um aparelho móvel, ou outro telefone, a parte que originou a ligação não possui escolha, a não ser a de acessar a rede que a pessoa chamada subscreveu.”

Wright (2002) demonstrou que a competição no mercado de telefonia móvel não elimina a renda extraída pelas firmas celulares ao acesso a seus *bottlenecks*. Ele demonstrou também que essa renda pode ser transferida para os clientes da rede

² OFTEL, 1997 [parágrafo 1.2] apud Wright (2002: 290)

celular, pois estes são tão mais valiosos, quanto o poder de mercado conquistado pelas firmas celulares. A competição entre as firmas celulares passa a ser acirrada, reduzindo os preços no varejo da telefonia móvel aos níveis de custo com o objetivo de capturar o maior número de clientes possível.

Em resumo, Wright (2002) propõe que, na hipótese de preços diferenciados nas chamadas fixas-móveis, cada firma celular estabelecerá o preço de acesso à rede no nível de monopólio³.

Entretanto, Wright (2002) não estendeu suas conclusões sobre o preço de acesso no nível de monopólio. A expressão⁴ a que chegou limitou-se a apresentar o *markup* em função da demanda pelas chamadas fixas-móveis e inversa a sua primeira derivada, assumida como sendo de inclinação negativa.

Acontece que a existência da externalidade de rede faz com que a demanda pelos serviços de telecomunicações seja diretamente influenciada pelo número esperado de usuários dessa rede. Conseqüentemente, as tarifas de interconexão estabelecidas pelas firmas celulares no nível de monopólio serão também influenciadas por essa escala.

Em outras palavras, o poder de monopólio das firmas celulares depende diretamente do número esperado de usuários da rede celular. Assim, quanto maior a penetração da rede celular, maior o poder de mercado da telefonia móvel. Além disso, demonstra-se que tal poder das firmas celulares será inversamente influenciado pelo nível de demanda das chamadas fixas-móveis.

³ Dado que o aumento do custo líquido de cada assinante celular reduz o lucro da firma celular.

⁴ $a^D = d - \frac{Q(P)}{Q'(P)f} > d,$

As conclusões sobre o poder de mercado da telefonia móvel permanecem válidas para o caso de mais de uma firma celular, competindo entre si. Nesta hipótese, havendo uma política uniforme de repasse dos custos pela telefonia fixa em função dos níveis dos preços de acesso, o lucro de terminação por assinante no nível de monopólio para cada firma celular será o mesmo.

Procura-se demonstrar também neste trabalho que os lucros das firmas celulares são estritamente crescentes em relação à dimensão da rede de usuários da telefonia móvel. Ou seja, quanto maior a penetração do mercado celular, maior a lucratividade marginal das firmas celulares. Com isso, a princípio, não há ponto de máximo na função de lucro das firmas celulares em relação ao tamanho da sua rede de clientes.

Contudo, a otimização do lucro das firmas celulares pode ser alcançada artificialmente por elas a partir da concessão de subsídios. Tais subsídios, em última análise, igualar-se-ão ao lucro de terminação por assinante no nível de monopólio, de tal forma que cada firma celular terá maximizado seu lucro.

Finalmente, sem adentrar nos aspectos normativos da teoria do bem-estar social, este trabalho busca analisar os requisitos necessários para se alcançar o máximo bem-estar a partir de uma função utilitarista dos agentes da economia. O resultado vem corroborar a intuição de que o bem-estar social máximo será alcançado com a minimização do poder de monopólio das firmas celulares, assumindo a hipótese de que, num mercado regulado, o lucro da firma de telefonia fixa é positivo.

As implicações no bem-estar social pela fixação dos preços diferenciados das chamadas fixas-móveis foram primeiramente discutidas por Armstrong (1997)⁵. Ele

⁵ ARMSTRONG, M. *Mobile telephony in the U.K. Regulation Initiative Discussion Paper*, 15. Londres: London Business School, 1997. *Apud* WRIGHT, J. *op. cit.*

analisou a regulação ótima das tarifas de interconexão fixadas pelas firmas celulares, num modelo em que o setor de telefonia celular era perfeitamente competitivo e todos os consumidores eram clientes de uma das firmas no mercado. Armstrong mostrou que, quando a tarifa de interconexão cresce, o preço de conexão à rede celular decresce. Outro resultado demonstrado por Armstrong é que a tarifa de interconexão eficiente iguala-se ao custo da terminação das chamadas na rede celular quando os preços das chamadas fixas-móveis são estabelecidos em relação aos custos observados.

Posteriormente, Armstrong⁶ estendeu seu artigo a fim de focar os incentivos enfrentados pelas firmas celulares ao estabelecerem sua tarifa de interconexão. Ele descobriu que, quando o mercado de celulares é perfeitamente competitivo e as redes fixas estabelecem preços diferenciados para as chamadas a diferentes firmas celulares, a firma celular irá estabelecer a tarifa de interconexão no nível de monopólio. As firmas celulares competitivas irão querer maximizar seu lucro de terminação a fim de subsidiar suas atividades o máximo possível.

Assim, os argumentos teóricos desenvolvidos nesta dissertação corroboram os resultados encontrados por Armstrong (1997), não se limitando, entretanto, ao modelo perfeitamente competitivo. Os argumentos vão além, pois os resultados aqui propostos independem do modelo de competição estabelecido no mercado celular.

Ainda, Gans e King (2000) demonstraram que as firmas celulares competitivas têm uma tendência a estabelecer altas tarifas de interconexão. Eles utilizaram o modelo Hotelling de competição entre duas firmas, onde todos subscrevem a uma das firmas e enfatizaram o papel da ignorância do consumidor neste processo. Nesse estudo, se os consumidores de chamadas fixas-móveis não estão a par de qual rede

⁶ Apenas mencionado em Wright (2002) sem referência bibliográfica.

celular suas chamadas terminam, eles apenas considerarão a média dos preços das chamadas fixas-móveis ao determinar o quanto falar.

Para alcançar os objetivos aqui enunciados, o capítulo 2 faz uma revisão da literatura, buscando estruturar o marco teórico a ser utilizado no desenvolvimento do trabalho; o capítulo 3 visa relacionar a estrutura dos lucros na telefonia móvel e sua relação direta com a demanda; o capítulo 4 aborda a questão do subsídio aos preços do mercado de telefonia móvel; o capítulo 5 trata das implicações da política de preços no bem-estar social; e o capítulo 6 tece as considerações finais, traz questões relacionadas à formulação de políticas, bem como sugere temas para extensão nesta relevante área de pesquisa.

2 Marco teórico

2.1 Existência de bottleneck no mercado de telefonia fixa-móvel

Como mencionado na introdução, o *bottleneck* existente no segmento de telefonia móvel surge com o controle exercido sobre os clientes. Esta particularidade faz com que a competição entre as firmas de telefonia móvel aconteça pelo direito de terminar uma chamada, através da disputa pela subscrição à rede dos potenciais clientes. A competição por assinantes não necessariamente converge para tarifas de interconexão menores, podendo-se inclusive elevar acima do nível de monopólio.

Conforme Wright (2002), a competição não elimina a renda extraída do acesso ao *bottleneck*. Além disso, ela permite a transferência dessa renda da firma celular para seus clientes. Com as tarifas de interconexão acima dos custos, os clientes das firmas celulares ficam mais valiosos, levando-as a reduzir seus preços de varejo com

intuito de tentar capturar um número maior de clientes. A figura 2.1 apresenta o fluxo que caracteriza o comportamento dos preços no mercado fixo-móvel.

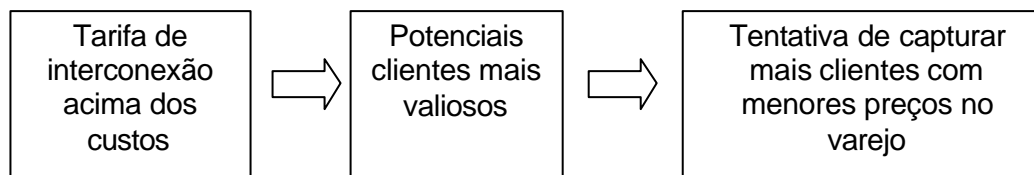


Figura 2.1: Fluxo do comportamento dos preços de acesso e de varejo no mercado de telefonia fixa-móvel

Apesar da competição reduzir o valor total que a firma de telefonia móvel arrecada nas chamadas fixas-móveis e conduzir o preço da assinatura à rede ao patamar dos custos, a alocação de recursos entre a parte que chama e a parte que é chamada permanece distorcida. Os usuários da telefonia fixa acabam pagando preço de monopólio, enquanto os assinantes de celular permanecem fortemente subsidiados. Em geral, a competição no mercado celular não leva à alocação eficiente entre os consumidores da telefonia fixa e da móvel.

Para chegar a estes resultados, Wright (2002) utiliza um modelo em que as firmas celulares cobram da firma de telefonia fixa o acesso aos seus clientes. Inicialmente, as firmas celulares estabelecem as tarifas de interconexão. Em seguida, a firma de telefonia fixa estabelece os preços das chamadas fixas-móveis, enquanto as firmas celulares competem por clientes no varejo.

Wright (2002) concluiu que, enquanto a firma de telefonia fixa puder estabelecer os preços das chamadas fixas-móveis de modo diferenciado em relação aos níveis distintos de preço de acesso, a competição entre as firmas celulares acarretará a fixação das tarifas de interconexão no nível de monopólio. Tal resultado é possível pelo fato da firma celular, ao maximizar seu lucro de terminação por cada

assinante, estará também maximizando seu lucro total. Como ela detém o *bottleneck* dos seus clientes, ela maximizará seu lucro no nível de monopólio. Em outras palavras, o incremento da lucratividade marginal pelo poder de alteração da tarifa de interconexão por parte de firma celular, levará à maximização do lucro de terminação por assinante e, conseqüentemente, do lucro total. Assim, as tarifas de interconexão alcançarão o nível de monopólio.

2.2 O Modelo do mercado de telefonia fixa-móvel

A seguir, descreve-se o modelo de Wright (2002).

Tal modelo constitui-se num jogo de dois estágios. No primeiro estágio, as firmas celulares escolhem simultaneamente suas tarifas de interconexão para terminarem as chamadas, a_i . No segundo estágio, o preço das chamadas fixas-móveis para cada firma celular é determinado, P_i , e, simultaneamente, h firmas celulares vendem assinaturas para seus clientes e provêem terminação para as chamadas fixas-móveis destinadas a esses clientes. Não é definida uma estrutura de competição, no segundo estágio, entre as firmas celulares, sendo modelada de forma mais geral. Assim, as firmas celulares competem em preços, P_i , ou quantidades, q_i . Para as firmas celulares, os preços P_i podem ser interpretados como taxas fixas pagas por cada assinante (e.g., taxas mensais para um pacote de assinatura) e q_i , o número de assinantes da firma i .

Sem perda de generalidade, assume-se que existe apenas uma única rede de telefonia fixa, sendo que ela enfrenta dois tipos de custo para as chamadas fixas-móveis: um custo C , para cada chamada originada na sua rede, e a tarifa de interconexão a_i paga à firma celular i . A demanda por chamadas originadas na rede

fixa para a firma celular i é dada por uma curva de demanda com inclinação negativa $Q(P_i)$. Desde que existam q_i assinantes na firma celular i , o lucro da firma de telefonia fixa será:

$$(2.1) \quad \Pi = \sum_{i=1}^n q_i (P_i - C - a_i) Q(P_i)$$

Assume-se que, em função da regulação econômica realizada pelo governo, mesmo uma única rede de telefonia fixa não pode estabelecer o preço de monopólio para as chamadas fixas-móveis. Mas, as chamadas serão estabelecidas em função crescente dos custos e não dependerão dos preços, P_i , ou quantidades, q_i . Em particular, a melhor função resposta para P_i no segundo estágio do jogo será dada por:

$$(2.2) \quad P_i = f(C + a_i),$$

onde f é uma função estritamente crescente. Isso é certamente verdade no caso em que os preços são regulados com base nos custos $C + a_i$. Também será verdade quando uma única firma de telefonia fixa é livre para estabelecer preço de monopólio para as chamadas fixas-móveis, desde que o número de assinantes de celulares não dependam dos preços fixos-móveis⁷.

As firmas celulares incorrem no custo c por cada assinante, e d por cada chamada fixa-móvel terminada. O lucro da firma celular i consiste no lucro de

⁷ A demanda celular q_i poderá depender dos preços fixos-móveis se o assinante celular importar-se com quanto as pessoas pagam para chamá-lo, ou se ele obtém utilidade em receber chamadas.

terminação, P_i^a , e no lucro de venda das assinaturas, usualmente denominado lucro de varejo:

$$(2.3) \quad P_i = q_i(a_i - d)Q(P_i) + (p_i - c)q_i$$

$$(2.4) \quad P_i = (P_i^a + p_i - c)q_i,$$

onde $P_i^a = (a_i - d)Q(P_i)$ é o lucro de terminação por cada assinante.

Outra forma de apresentar o lucro da firma celular i é:

$$(2.5) \quad P_i = (p - c_i^a)q_i, \text{ onde } c_i^a = c - P_i^a \text{ é o custo (líquido) de cada assinante.}$$

O custo (líquido) do assinante celular corresponde ao seu custo, subsidiado pelo lucro de terminação proporcionado à firma.

No segundo estágio do jogo, cada firma celular i estabelece sua variável de escolha (preço, p_i , ou quantidade, q_i) para maximizar o lucro P_i , dado o preço ou a quantidade ofertados pelas outras firmas celulares, e dado o preço das chamadas fixas-móveis, P_i . A variável de escolha da firma celular i será denotada por x_i .

A equação (2.5) mostra que o lucro de cada firma celular pode ser escrito de modo usual. Isso sugere que, em relação ao segundo estágio da competição, um aumento no lucro de terminação por assinante será equivalente a um decréscimo no custo unitário por assinante. Verifica-se que esta equivalência realmente é consistente, desde que o custo unitário c_i^a seja tratado com se fosse determinado no primeiro estágio pela escolha da tarifa de interconexão, a_i . Uma vez, estabelecido o custo

unitário c_i^a , os preços (ou quantidades) no varejo são determinados no segundo estágio através da competição entre as firmas celulares.

O efeito de uma mudança em P_i^a na escolha dos preços (ou quantidades), e nos lucros das firmas celulares provém dos resultados da análise comparativa. Pelo fato da estrutura do segundo estágio ser genérica, utilizar-se-á as seguintes assunções no segundo estágio do modelo competitivo:

□ Um aumento no custo unitário c_i^a para uma única firma i acarreta que:

A1. q_i decresce;

A2. P_i aumenta;

A3. P_i decresce;

A4. P_j aumenta para todo $j \neq i$

Ainda que nenhuma destas assunções seja conflitante, elas não necessariamente são consistentes para todos os possíveis modelos de oligopólio. Entretanto, tais assunções fazem sentido para as classes gerais desses modelos.

Conforme citado em Wright (2002), (A1) e (A4) foram demonstrados por Dixit (1986) por resultarem das condições de segunda ordem e das condições de estabilidade de um duopólio (ainda que seja um modelo de Bertrand ou Cournot, com produtos homogêneos ou heterogêneos). Dixit também demonstrou que (A1) e (A4) são consistentes para um modelo de oligopólio de Cournot com n firmas, com produtos homogêneos, ou ainda com heterogeneidade simétrica, no sentido de que o preço da firma i apenas depende do seu próprio output e da média dos output das $n-1$

firmas rivais. É tranquilo demonstrar que (A2) resulta das condições de estabilidade para o duopólio. Mais genericamente, (A2) é consistente com os resultados da análise comparativa monótona de um modelo diferenciado de oligopólio de Bertrand para n firmas em Milgrom e Roberts (1990). Para um modelo Cournot com n firmas sem heterogeneidade nos produtos, (A2) segue dos resultados de Dixit (*op.cit.*) em que o produto da indústria decresce quando o custo unitário da firma i cresce.

Para garantir a ocorrência de (A3), requer-se algumas restrições adicionais nas classes de modelos de oligopólio, pois é possível que um aumento no custo unitário da firma aumente seu lucro se isso leva as firmas rivais a aumentarem seus preços suficientemente. Para Wright (2002), a assunção (A3) não considera tal hipótese perversa.

2.3 O caso dos preços diferenciados das chamadas fixas-móveis

Com base no que foi apresentado na seção anterior, seguindo o raciocínio adotado por Wright (2002), assume-se agora uma hipótese restritiva ao modelo em que a rede de telefonia fixa pode estabelecer o preço das chamadas fixas-móveis de modo diferenciado de acordo com a tarifa de interconexão estabelecida por cada firma celular.

Para melhor entendimento, considerar-se-á o caso da firma celular monopolista. Entretanto, o resultado derivado deste caso serve como referência também para uma estrutura de competição entre as firmas celulares, além de ilustrar como a tarifa de interconexão pode ser formalizada para facilitar seu tratamento, conforme demonstrado no anexo I.

Um monopólio de firma celular enfrenta um efeito direto e outro indireto quando estabelece sua tarifa de interconexão. Baseado em (2.3), o impacto total em P_i de uma alteração em a_i é:

$$(2.7) \quad \begin{aligned} \frac{dp_i}{da_i} &= \frac{dp_i}{da_i} + \frac{dp_i}{dP_i} \frac{dP_i}{da_i} + \frac{dp_i}{dx_i} \frac{dx_i}{da_i} \\ &= q_i Q(P_i) + q_i (a_i - d) Q(P_i) f' \end{aligned}$$

Analisam-se os efeitos existentes:

- Um aumento em a_i aumenta a margem da terminação de cada chamada fixa-móvel. Este é um efeito positivo direto no lucro da firma i , sendo representado no primeiro termo da equação (2.7);
- Aparece também um efeito indireto, em que o aumento da tarifa de interconexão, no primeiro estágio, aumenta o preço ótimo das chamadas fixas-móveis no segundo estágio do jogo. Este aumento em P_i irá reduzir a demanda pelas chamadas fixas-móveis, que, por sua vez, irá afetar negativamente o lucro obtido em se estabelecer a tarifa de interconexão acima do custo. Este efeito aparece no segundo termo da equação (2.7);
- O último termo na equação (2.7) aparece porque a firma i monopolista irá querer alterar seu próprio preço (ou quantidade) como resultado de um aumento em a_i . Entretanto, pelo fato de já ter estabelecido seu próprio preço (ou quantidade) para maximizar seu lucro, pelo teorema do envelope, tal efeito será nulo.

Pode-se concluir, como conseqüência dos efeitos acima, que a firma i monopolista irá maximizar seu lucro de terminação por assinante através de um *trade*

off entre altas margens resultantes de maiores a_i e uma demanda menor de chamadas fixas-móveis.

O problema da tarifa de interconexão do monopolista pode ser transformado em uma expressão mais útil, notando-se que P_i^a é determinado independentemente da variável de escolha x_i no segundo estágio. Isso ocorre porque a_i é definida no primeiro estágio do jogo e P_i , embora determinado no segundo estágio, é independente de x_i . Assim, a firma i pode tratar P_i^a como se ele fosse determinado a priori na fixação do nível de produto ou preços ótimos no varejo. Em outras palavras, se a firma altera a_i , isso determinará P_i^a (permitindo alteração em P_i pela firma de telefonia fixa), como se fosse num estágio anterior ao estabelecimento do preço (ou quantidade) de varejo. Isso implica que (2.7) pode ser reescrita como:

$$\begin{aligned} \frac{dP_i}{da_i} &= \frac{\partial P_i}{\partial P_i^a} \frac{dP_i^a}{da_i} + \frac{\partial P_i}{\partial x_i} \frac{dx_i}{dP_i^a} \frac{dP_i^a}{da_i} \\ &= q_i [Q(P_i) + (a_i - d) Q'(P_i) f'] \end{aligned}$$

onde $\partial P_i / \partial x_i = 0$ pelo teorema do envelope.

O nível de monopólio da tarifa de interconexão, a^D , então resolve a condição de primeira ordem:

$$(2.8) \quad \frac{dP_i^a}{da_i} = Q(P_i) + (a_i - d) Q'(P_i) f' = 0, \text{ que implica}^8:$$

$$(2.9) \quad a^D = d - \frac{Q(P_i)}{Q'(P_i) f'} > d$$

⁸ Assume-se que a condição de segunda ordem será atendida

O lucro de terminação por assinante avaliado no ponto a^D é definido como P^D . O anexo I apresenta o raciocínio completo desenvolvido por Wright (2002) para o caso dos preços diferenciados quando as firmas celulares competem no segundo estágio.

2.4 A externalidade de rede e demais características dos serviços de telecomunicações

A indústria de telecomunicações é uma das que mais vem se desenvolvendo nos últimos anos. O ganho de produtividade nesta indústria muito se deve ao avanço tecnológico do setor, principalmente em relação às redes sem fio e à internet.

O princípio de funcionamento da indústria de telecomunicações baseia-se na possibilidade de comunicação entre um grande número de indivíduos. Assim, diferentemente de outros tipos de indústria, seu surgimento e crescimento estão diretamente relacionados ao número de usuários que aderem a sua rede. Como exemplo, a demanda por certa quantidade de soja no mercado de grãos não depende do número de consumidores do produto, ao contrário do que acontece com a demanda pelos serviços de telecomunicações.

Este fenômeno econômico presente na indústria de telecomunicações é chamado de externalidade e usualmente distorce a alocação eficiente de recursos na economia.

Segundo Shy (2001), os serviços de telecomunicações representam o mais natural exemplo de externalidade no consumo (ou externalidade de rede), pois, por definição, a natureza desses serviços envolve a comunicação entre um grande número de usuários.

Formalmente, a externalidade de rede é definida como sendo aquela em que a utilidade derivada de consumir um produto é afetada pelo número de pessoas que utilizam produtos similares ou compatíveis.

Mas, não somente a externalidade de rede caracteriza os serviços de telecomunicações. Tais serviços fazem parte de um tipo específico, denominado indústria de rede, cujas principais características, conforme Shy (2001), são:

- ❑ Complementaridade, compatibilidade e padronização;
- ❑ Externalidade no consumo;
- ❑ Custos de transferência e fidelização de clientes; e
- ❑ Significantes economias de escala na produção.

Os mercados que apresentam complementaridade são aqueles, onde um determinado bem deve ser consumido juntamente com outro, caso contrário poderá perder ou ter sua funcionalidade reduzida. Como exemplo, tem-se o mercado de computadores, em que o *hardware*, periféricos, acessórios e *softwares* perdem sua utilidade se não estiverem funcionando em conjunto.

Junto à complementaridade, no lado técnico, segue o conceito de compatibilidade, pois, para produzir bens complementares, deve-se torná-los compatíveis uns aos outros. Assim, surge a necessidade de se compatibilizar as especificações dos bens complementares.

Finalmente, tal complementaridade e compatibilização levam à definição de padrões tecnológicos e de produção, necessitando de certa coordenação. Daí surgem os comitês setoriais, encarregados de coordenar todo um processo de padronização nesses mercados.

A complementaridade passa a ser um fator chave em vários mercados, inclusive no mercado de bens de informação. O público que assina uma dada revista especializada, e.g. uma revista de moda feminina, estará provavelmente interessado em estética e beleza. Outro que assina um jornal especializado em finanças e economia interessar-se-á, muito provavelmente, em assuntos de gestão corporativa e negócios. As agências de publicidade devem entender estas complementaridades e utilizá-las para atrair novos clientes.

Os custos de transferência (*switching costs*) e a fidelização (*Lock-in*) aparecem na indústria de rede na medida que os consumidores acostumados com determinados padrões de utilização dos bens, despenderiam um esforço muito grande, maior que o benefício esperado, na mudança destes padrões. Com isso, a mudança de sistema operacional para um consumidor de informática pode ser tão difícil, quanto aprender uma nova língua.

Os custos de transferência podem ser significantes também na indústria de serviços. Como exemplo, a mudança de instituição financeira, para um cliente, usualmente é custosa, podendo alcançar cerca de 6% (seis por cento) do saldo médio em conta, conforme estimativa de Shy (2001:4). Isso ocorre em função da assimetria de informação existente entre a instituição financeira, onde o cliente possui originalmente seus recursos aplicados, e aquela, destinatária da transferência dos recursos.

A fidelização não é absoluta. O grau de fidelização depende da quantificação dos custos de transferência para um novo serviço, ou para a adoção de nova

tecnologia. Existem vários tipos de custos de transferência que afetam o grau de fidelização. A título de exemplo, segue uma classificação dos tipos de custos:⁹

- Contratos: os usuários ficam, às vezes, presos a um contrato de prestação de serviço, suprimento de peças e compra de sobressalentes. Os custos de transferência representam os valores do dano e da compensação que devem ser pagos pela parte que rescinde o contrato.
- Treinamento e aprendizagem: os consumidores são treinados para utilizar produtos com determinado padrão. Os custos de transferência incluem o treinamento e a aprendizagem das pessoas, assim como a perda de produtividade, ao adotar um novo sistema.
- Conversão de dados: cada parte de um *software* gera arquivos que são registrados em um formato digital particular. Uma vez que um novo *software* é introduzido, um procedimento de conversão pode ser necessário a fim de habilitar seu uso. Percebe-se que os custos de transferência crescem na medida que o volume de dados aumentam no decorrer do tempo.
- Custo de pesquisa: uma razão porque as pessoas não trocam de padrão de serviços freqüentemente é que elas evitam o custo da pesquisa de novos produtos.
- Custo de fidelidade: a troca de tecnologia pode resultar em perda de alguns benefícios, como programas para clientes preferenciais, e.g. programas de milhagens em companhias aéreas.

⁹ SHAPIRO, C. e VARIAN, H. *Information rules: A strategic guide to the network economy*. Boston: Harvard Business School Press, 1999. Apud SHY, Oz. Op.cit. p. 4.

Pode-se ainda observar, nas indústrias de rede, a presença de significativa economia de escala na produção, especialmente a indústria da informação, cuja primeira cópia de uma revista, jornal, periódico, enciclopédia, etc. envolve custos enterrados (*sunk cost*) e que os custos de reprodução das cópias seguintes são irrelevantes. Assim, Shy (2001: 5) descreve: *“em termos econômicos, um enorme custo fixo enterrado, juntamente com um custo marginal quase desprezível, implica que a função de custo médio declina acentuadamente com o número de cópias vendidas aos consumidores. Isso, por si só, significa que um equilíbrio competitivo não existe e que os mercados deste tipo serão sempre caracterizados por líderes dominantes que capturam a maior parte do mercado”*.

Das características descritas acima, pode-se depreender que não há equilíbrio competitivo nesses mercados de bens e serviços de rede. Dessa forma, o *first best* da teoria do bem-estar provavelmente não será atingido. Mesmo que haja um equilíbrio competitivo, a existência de externalidade impede de se chegar ao primeiro ótimo.

Assim, as falhas de mercado estão presentes nesses segmentos e, particularmente, nos serviços de telecomunicações, sendo que a distorção causada pela ineficiente alocação de recursos pode ser ocasionada pelo comportamento anticompetitivo das firmas, ou pela externalidade no consumo.

Na segunda metade do século passado, mais precisamente, entre as décadas de 50 e 80, defendeu-se a idéia de que as indústrias de rede, como é o caso dos serviços de telecomunicações, estavam sujeitas à economia de escala na produção, interpretada como sendo monopólios naturais.

A principal característica dos monopólios naturais, portanto, seria a economia de escala, sendo necessário um grande volume de investimento em infra-estrutura a fim de operacionalizar o negócio. Em contrapartida, tais monopólios incorrem em

custos marginais irrelevantes comparativamente aos custos fixos, ou custos enterrados. Com isso, acreditava-se socialmente ineficiente a replicação da infraestrutura com o intuito de permitir a competição nestes segmentos de mercado.

A idéia predominante era licenciar apenas uma empresa em determinada região, ou ainda em âmbito nacional, para explorar o serviço concedido pela autoridade reguladora. Tal autoridade tinha o poder de regular os preços, a quantidade e a qualidade dos serviços ofertados pela concessionária, visando impedir abusos no poder econômico.

Segundo Shy (2001), os governos passaram a enfrentar dois problemas na implementação dessa política: primeiro, por falta de incentivo, os serviços eram de má qualidade e não acompanhavam os avanços tecnológicos conquistados na indústria; segundo, os reguladores falhavam em controlar as tarifas e os preços cobrados dos consumidores, em virtude da assimetria de informação. Eles não conseguiam observar os verdadeiros custos de produção incorridos pelas firmas prestadoras de serviço. Como resultado, as firmas extraíam renda dos consumidores, reportando custos mais elevados do que realmente incorriam, visando obter preços e tarifas mais elevados.

Começou-se a perceber que, apesar das economias de escala, a competição nestes setores poderia aumentar o bem-estar social, ou, pelo menos, o bem-estar dos consumidores, com maior qualidade nos serviços e com tarifas reduzidas. Deflagrou-se, então, a partir do final da década de 70 e durante a maior parte das décadas de 80/90, um movimento de desregulamentação dos setores de infra-estrutura, iniciado nos Estados Unidos, com a indústria aeronáutica e de telecomunicações, passando, a seguir, pela Europa.

Percebeu-se também que, além do incremento do bem-estar no lado dos consumidores, a competição não afetaria negativamente o lado da produção. Assim, descreve Shy (2001):

(...) Além do mais, a despeito do acentuado incremento do bem-estar esperado no lado do consumidor a partir da competição, o regulador descobriu que a competição dificilmente pioraria as coisas no lado da produção. Mais precisamente, a teoria do monopólio natural defende que uma indústria multifirma é ineficiente, desde que cada firma opere na parte negativamente inclinada da curva do custo médio em virtude da escala inferior a, ótima de produção. Entretanto, esta previsão de ineficiência demonstrou ser falsa. De que forma? Bem, como foi descoberta, a introdução do preço de acesso (...) preservou o uso eficiente em larga escala da infra-estrutura existente, deixando todas as firmas utilizá-la, enquanto pagam tarifas de acesso à firma que possui e mantém a infra-estrutura.

Os preços de acesso, ou, comumente, as tarifas de interconexão, passaram a ser amplamente praticados em todas as indústrias de rede, impedindo que as infra-estruturas existentes e as novas construídas fossem subutilizadas.

Verificou-se, portanto, que a introdução da competição, juntamente com a exigência pelo regulador do acesso à infra-estrutura por tarifas razoáveis, levou à utilização cada vez mais eficiente da infra-estrutura com diferentes firmas provendo serviços substitutos ou complementares.

A tarifa de interconexão traduz o valor do poder de mercado que determinada firma possui sobre a infra-estrutura. Assim, a firma que detém o controle de algum segmento nas indústrias de rede, usualmente denominado *bottleneck* ou *essential*

facility, estabelece tal preço a fim de extrair lucro de monopólio. Como resultado, a maioria das firmas que possuem *bottleneck* tem o preço de acesso regulado por alguma medida de seus custos¹⁰.

Alternativamente, a promoção da competição entre os provedores de tais segmentos pode resolver o problema de tarifas de interconexão infladas. As firmas irão estabelecer preços inferiores às outras a fim de prover o acesso à infra-estrutura, reduzindo-os até o limite dos custos.

2.5 A demanda por serviços de telecomunicações

A principal característica dos serviços de telecomunicações, que é a externalidade de rede, foi primeiramente modelada, como um dos componentes da função de demanda, por Rohlfs (1974)¹¹, sendo descrita por Shy (2001: 109-117).

Tal modelo parte da função de utilidade de um cliente de determinado serviço de telecomunicação, sendo diretamente proporcional ao aumento da adesão de outros consumidores. Assim, considera-se um grupo de h continuum potenciais clientes de uma rede de telecomunicações, uniformemente indexados por x no intervalo $[0,1]$, com densidade $h > 0$, onde os clientes com baixo x têm alta propensão a pagar pelo serviço, ou seja, são aqueles clientes que valorizam altamente a possibilidade de comunicação, enquanto os clientes que tem baixa propensão a pagar pelo serviço, são indexados com um alto x . A figura 2.2 apresenta a distribuição dos consumidores potenciais.

¹⁰ ARMSTRONG (1996: 131-150); ARMSTRONG e VICKERS (1998: 115-121).

¹¹ Rohlfs, J. *A theory of interdependent demand for communication service*. Bell Journal of Economics, 5, 1974. [pp. 16-37]. *Apud* SHY, Oz, *op. cit.*

A função de distribuição ou densidade é a curva horizontal no nível h que mostra existir h consumidores de cada tipo x . A função de distribuição acumulada é o raio a partir da origem com inclinação h que mostra, para cada tipo x , quantos clientes potenciais existem entre os tipos 0 e x . A título de exemplo, existem $h/2$ clientes potenciais indexados entre 0 e $1/2$.

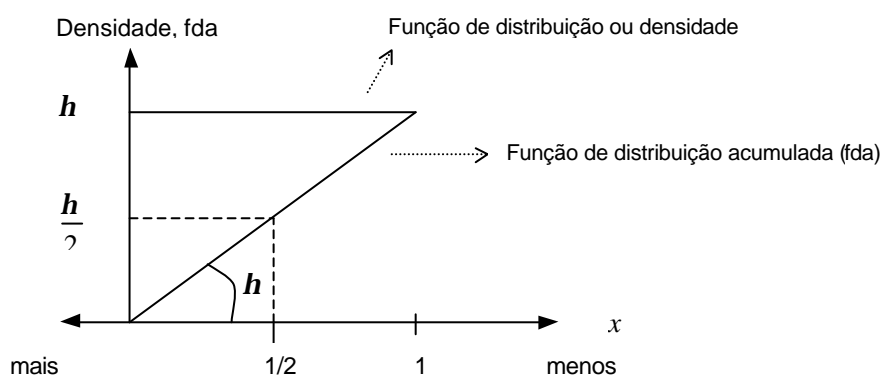


Figura 2.2: Distribuição dos potenciais consumidores por serviços de telecomunicações

Denota-se por $q, 0 \leq q \leq h$, o número total de consumidores que realmente subscrevem o serviço e por p , o preço de acesso para subscrever o serviço.

Define-se a utilidade de um consumidor do tipo $x, 0 \leq x \leq 1$, como sendo:

$$(2.14) \quad U_x = \begin{cases} (1-x)q^e - p & , \text{ se conecta ao serviço} \\ 0 & , \text{ se não conecta ao serviço} \end{cases}$$

Assim, q^e é o número esperado de assinantes na rede de telecomunicações pelo consumidor do tipo x . Pode-se perceber que q^e representa a externalidade no

consumo na função de utilidade de cada consumidor, sendo positiva, pois ela aumenta com o crescimento de q^e .

A partir daí, deriva-se a demanda agregada da prestação do serviço de telecomunicação. Para isso, observa-se inicialmente um consumidor em particular, \hat{x} , que é indiferente a subscrever o serviço ao preço $p \leq q^e$.

Com esta hipótese, pode-se chegar à seguinte equação:

$$(2.15) \quad \begin{aligned} 0 &= (1 - \hat{x})q^e - p \\ \therefore \hat{x} &= \frac{q^e - p}{q^e} \end{aligned}$$

Assim, os consumidores indexados por $x > \hat{x}$ não assinarão o serviço, enquanto todos indexados por $x \leq \hat{x}$ irão fazê-lo, pois $U_{x \leq \hat{x}} \geq 0$. Com isso, pode-se concluir que o número real de assinantes do serviço de telecomunicações será $q = h\hat{x}$, sendo este o valor da função de distribuição acumulada no ponto \hat{x} . Assim, \hat{x} cresce na medida que q^e também cresce, refletindo o fato de que, sob a externalidade de rede, mais indivíduos assinam um dado serviço de comunicação com um maior número esperado de clientes.

Como se pode calcular o número esperado de clientes?

Muitas variáveis podem afetar a expectativa do consumidor quanto ao número esperado de clientes de uma rede de serviços (e.g., seu *marketing*). Entretanto, em termos econômicos deve-se evitar especulações sobre tais expectativas e assumir que os consumidores possuem previsibilidade perfeita, ou seja, eles têm a informação

correta do número de assinantes dos serviços de rede. Shy (2001) assume, portanto, que os consumidores possuem previsibilidade perfeita¹². Formalmente, a previsibilidade perfeita dá-se pela fórmula: $q^e = q = h\hat{x}$.

Substituindo $q^e = h\hat{x}$ na equação (2.15), resulta na função de demanda inversa para os serviços de telecomunicações:

$$(2.16) \quad p = (1 - \hat{x})h\hat{x}$$

A figura 2.3 representa a função inversa da demanda agregada.

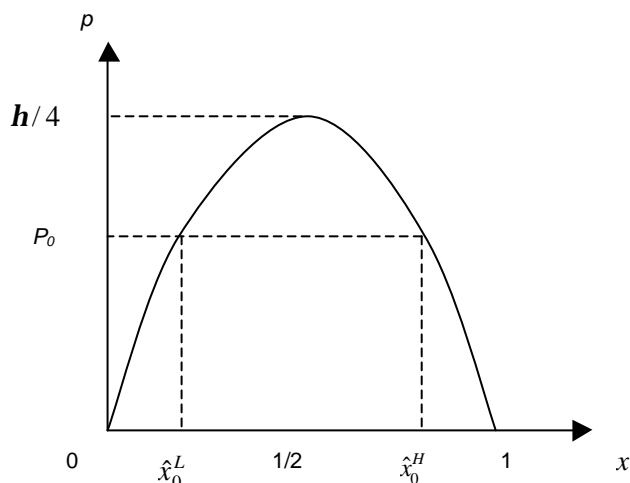


Figura 2.3: Demanda por serviços de telecomunicações

Como se pode observar, a função inversa da demanda agregada para os serviços de telecomunicações tem inclinação positiva nos baixos níveis de demanda e

¹² Shy, (2001: Definição 2.4, p. 20): Dizemos que os consumidores possuem **previsibilidade perfeita** se, no momento da compra, eles podem corretamente antecipar quantos

passa a ter inclinação negativa nos níveis de demanda mais altos. A razão para este fato é que, num primeiro momento, a propensão marginal a consumir dos clientes aumenta com o aumento da demanda, devido a externalidade de rede predominar sobre o efeito negativo do preço. Quando a rede de assinantes atinge a metade dos potenciais consumidores, o domínio do efeito negativo do preço sobre a externalidade impõe inclinação negativa na função de demanda.

Conforme Shy (2001), com o aumento dos potenciais clientes h , a figura 2.3 revela um crescimento uniforme na densidade de todos os tipos de consumidores. Assim, um aumento em h aumenta o pico da curva, significando que os consumidores potenciais aumentaram sua propensão a consumir, ou seja, se o número de potenciais clientes dobrar, o preço de acesso também dobrará para cada tipo \hat{x} , pois ele se beneficiará duas vezes do tamanho da rede (duas vezes o número de pessoas realizando chamadas, ou comunicando-se via e-mail).

3 Lucro das firmas celulares e sua relação com a demanda no mercado de telefonia fixa-móvel

Tendo em vista o modelo apresentado por Wright (2001) para o mercado de telefonia fixa-móvel, cuja tarifa de interconexão maximiza o lucro das firmas no nível de monopólio para preços diferenciados das chamadas fixas-móveis, independentemente da estrutura de competição existente nesse mercado, passamos a analisar o comportamento da demanda e a sua influência no lucro das firmas celulares.

consumidores irão adquirir um computador (no caso de monopólio) [bem ou serviço], e quantos irão adquirir cada marca (num caso de oligopólio). [grifo nosso]

Para tal, adapta-se o modelo de demanda por serviços de telecomunicações, apresentado por Shy (2001), cuja abordagem inicial foi feita por Rohlfs (1974)¹³, e que parte do princípio de que a externalidade no consumo (ou de rede) é fator preponderante na determinação da utilidade do consumidor dos serviços de telecomunicações, passando, então, a ser uma variável da sua função de utilidade.

O modelo, como visto na seção 2.5, considera um grupo de h continuum potenciais clientes de uma rede de telecomunicações, uniformemente indexados por x no intervalo $[0,1]$, com densidade $h > 0$. Interpreta-se como tendo alta propensão a pagar pelo serviço, aqueles clientes com baixo x , ou seja, os clientes que atribuem alto valor à possibilidade de comunicação. Já os clientes que tem baixa propensão a pagar pelo serviço, serão indexados com um alto x (ver figura 2.2).

Com base nesta modelagem, passa-se a definir a função de utilidade de um consumidor do tipo x da telefonia fixa, $0 \leq x \leq 1$, levando-se em consideração as chamadas fixas-móveis que ele venha a realizar, além do valor atribuído à externalidade no consumo. Com isso, a função de utilidade do consumidor passa a incorporar tanto a externalidade de rede, quanto a demanda por chamadas telefônicas, líquida dos seus preços. Assim, ocorre que:

$$(3.1) \quad U_{x,f} = \begin{cases} \sum_{i=1}^n [(1-x_f)q_i^e + z_i] - p_f - \sum_{i=1}^n P_i z_i & , \text{ se ele assina o serviço} \\ 0 & , \text{ se ele não assina o serviço,} \end{cases}$$

onde q_i^e é o número esperado de assinantes da rede de telefonia móvel da firma i ; z_i é a quantidade de chamadas demandadas pelo consumidor da telefonia fixa destinadas aos clientes da firma i ; p_f é o preço da assinatura do serviço de telefonia

¹³ *op. cit.*

fixa; e, finalmente, P_i é o preço da chamada fixa-móvel cobrada pela firma de telefonia fixa, que, conforme já definido anteriormente, é baseada no custo $(C + a_i)$. Em função do objetivo da análise, assumir-se-á que neste mercado de telefonia fixa não há cobrança de habilitação, nem de assinatura do serviço, sendo $p_f = 0$.

Observa-se que a função de utilidade de cada consumidor incorpora a externalidade de rede com relação ao tamanho da rede de telefonia celular como um todo, ou seja, $q_c^e = \sum_{i=1}^n q_i^e$, aumentando quando q_c^e aumenta. Além disso, a função de utilidade aumenta com a quantidade de chamadas demandadas por ele.

Pode-se supor que a função de utilidade do consumidor é separável em $n + 1$ funções de utilidade. Uma para cada firma celular existente no mercado e também para a externalidade de rede. A decisão do consumidor vai levar em consideração o preço da chamada fixa-móvel P_i e a possibilidade de conexão com os usuários da rede de telefonia móvel, q_c^e .

As n funções de utilidade parciais podem ser escritas como $u_{i,x} = (1 - P_i)z_i$ e a função de utilidade parcial da externalidade de rede, $u_c = (1 - x_f)q_c^e$.

3.1 O caso da firma celular monopolista

Inicialmente, analisa-se o caso em que a firma celular é monopolista. Este artifício será usado para que se possa derivar os resultados de forma mais simples, sem, contudo, perder a noção da generalização. Assim, pode-se escrever a função de utilidade do consumidor de telefonia fixa do tipo x como:

$$(3.2) \quad U_{x,f} = \begin{cases} (1-x_f)q_c^e + z - Pz & , \text{ se ele assina o serviço} \\ 0 & , \text{ se ele não assina o serviço} \end{cases}$$

Passa-se a derivar a demanda agregada do serviço de telefonia fixa para as chamadas fixas-móveis.

Partindo do modelo abordado por Shy (2001:111), observa-se um consumidor em particular do tipo \hat{x}_f , que é indiferente em assinar o serviço a um dado preço das chamadas fixas-móveis, P .

Sendo $P \leq 1 + \frac{q_c^e}{Z}$, pode-se dizer que:

$$(3.3) \quad \begin{aligned} (1-\hat{x}_f)q_c^e + Z - PZ &= 0 \\ \therefore \hat{x}_f &= \frac{q_c^e + Z - PZ}{q_c^e} \end{aligned}$$

Desse modo, os consumidores indexados por $x_f \leq \hat{x}_f$ assinarão o serviço de telefonia fixa, pois $U_{x_f \leq \hat{x}_f} \geq 0$, enquanto os potenciais consumidores indexados por $x_f > \hat{x}_f$ não aderirão ao serviço. O número de assinantes será $q_f = \mathbf{h}_f \hat{x}_f$.

Pode-se, a partir daí, chegar à função inversa da demanda $P(Z) = [(1-\hat{x}_f)q_c^e + Z]/Z$.

Verifica-se, ainda, que a demanda agregada pela chamadas para a firma celular é $Q(P) = Z = \sum_{x=0}^{\hat{x}} z_x$. Assim, a função direta da demanda será dada por¹⁴:

¹⁴ Ver demonstração no Apêndice A

$$(3.4) \quad Q(P) = Z = \frac{(1 - \hat{x}_f)q_c^e}{P - 1}$$

Vê-se, então, que a demanda pelo serviço de telefonia fixa, em particular, pelas chamadas fixas-móveis, incorpora a externalidade de rede com relação ao número esperado de clientes de toda a rede celular, segundo o valor dado pelo consumidor do tipo \hat{x}_f para a possibilidade de comunicação. Além disso, a demanda varia inversamente ao preço cobrado pelas chamadas fixas-móveis.

A derivada de primeira ordem da demanda em relação ao preço é escrita como:

$$(3.5) \quad Q'(P) = Z' = -\frac{(1 - \hat{x}_f)q_c^e}{(P - 1)^2}$$

Conclui-se que a função direta da demanda é decrescente em relação ao preço, pois possui inclinação negativa. Este resultado atende o modelo descrito por Wright (2001:293).

Neste modelo, sob a hipótese de que a rede de telefonia fixa pode estabelecer os preços das chamadas de forma diferenciada, Wright (2001) concluiu que a firma celular maximiza seu lucro, através da maximização do lucro de terminação por assinante no nível de monopólio. Assim, o resultado do modelo para a tarifa de interconexão no nível de monopólio dado pela equação (2.9) é adaptada a seguir para o caso da firma celular monopolista:

$$(3.6) \quad a^D = d - \frac{Q(P)}{Q'(P)f'} > d,$$

onde d é o custo da terminação da chamada fixa-móvel suportado pela firma celular; e f' , a inclinação da melhor função resposta do preço P em relação aos custos suportados pela operadora de telefonia fixa $P = f(C + a)$.

Substituindo (3.4) e (3.5) em (3.6), chega-se à seguinte expressão para a tarifa de interconexão no nível de monopólio:

$$(3.7) \quad a^D = d + \frac{P-1}{f'}$$

Recordando a discussão apresentada na seção 2.3, onde a determinação de p^D foi interpretada como ocorrendo no primeiro estágio do jogo, em função da sua independência em relação à variável de escolha x_i , percebe-se, com auxílio da função inversa da demanda, que a fixação da tarifa de interconexão será influenciada pela expectativa do consumidor em relação à dimensão de toda a rede celular, pelo valor atribuído por ele à possibilidade de comunicação e pela forma como a operadora de telefonia fixa repassa os custos para o preço da chamada fixo-móvel.

Observa-se que o *markup* da tarifa de interconexão dependerá apenas da expressão $P - 1$. Tal expressão nos diz que, na hipótese de haver a cobrança de um preço nas chamadas fixas-móveis maior que a unidade, $P > 1$, haverá *markup*, sendo que sua intensidade dependerá de f' . Esta hipótese somente será garantida quando $x_f < 1$ e $q_c^e > 0$. Caso contrário, se $x_f = 1$ ou $q_c^e = 0$, então $P = 1$ e o *markup* será nulo. Neste modelo, não há possibilidade de subsídio por parte da firma celular, porque x_f será no máximo igual a unidade e q_c^e será no mínimo igual a zero, dispensando, portanto, a hipótese de $a < d$. Pode-se, então, fazer a seguinte proposição:

Proposição 1

Havendo expectativa do consumidor de telefonia fixa quanto à existência de uma rede celular, desde que a densidade da rede de telefonia fixa seja inferior a cem por cento, a firma celular fixará o preço de acesso a sua rede, ou seja, a tarifa de interconexão, acima dos seus custos, no nível de monopólio.

Como consequência, alternativamente à seqüência do jogo descrita por Wright (2001), pode-se imaginar que a função $a(P(Z))$ é definida instantaneamente. Assim, escreve-se a^D como:

$$(3.8) \quad \begin{aligned} a^D(Z) &= d + \frac{P(Z)-1}{f'} \therefore \\ a^D(Z) &= d + \frac{q_c^e(1-\hat{x}_f)}{Zf'} \end{aligned}$$

Em (3.8), assumindo que f' é constante, é razoável supor que a demanda aumente juntamente com a expectativa do consumidor em relação à dimensão da rede, sendo que a variação nesta razão irá influenciar o comportamento de a^D . Outra variação possível, acontece em relação à penetração do serviço, ou seja, segundo a variação de \hat{x}_f . Por isso, deve-se analisar o comportamento de a^D em duas dimensões. Primeiro, avalia-se a variação em relação à q_c^e / Z . Quando esta razão aumenta, *coeteris paribus*, a tarifa de interconexão também aumenta e vice-versa. Segundo, avalia-se o comportamento em relação à \hat{x}_f . Quando \hat{x}_f diminui, a tarifa de interconexão no nível de monopólio aumenta e, quando ele aumenta, a^D diminui até o limite em que se iguala ao custo d , quando $\hat{x}_f = 1$. Outra característica importante é

que, quando a proporção q_c^e / Z_i tende a zero, no limite, $a^D = d$. Dessa forma, estabelece-se a seguinte proposição:

Proposição 2

Se a tarifa de interconexão for nivelada ao seu custo marginal, ou seja, $a^D = d$, todos os consumidores potenciais demandarão o serviço de telefonia fixa, $\hat{x}_f = 1$, ou, ainda, a demanda tenderá a infinito, pois a razão será $q_c^e / Z_i = 0$.

Por outro lado, podemos inferir que o poder de monopólio da firma celular é proporcional à q_c^e / Z_i e ao inverso de \hat{x}_f , ou seja, quanto maior a diferença entre q_c^e e Z_i , maior será a tarifa de interconexão a^D . Propomos, então, que:

Proposição 3

O poder de monopólio da firma celular é diretamente proporcional à razão entre o número esperado de assinantes da rede celular e à demanda por chamadas fixas-móveis.

A proposição 3 deixa clara a distorção existente neste mercado de chamadas fixas-móveis, pois quanto maior for o distanciamento entre o tamanho da rede celular e a demanda pelas chamadas fixas-móveis, maior será o domínio da firma celular sobre seus clientes, podendo, com isso, impor um custo cada vez maior aos consumidores da rede de telefonia fixa para lhes acessar.

As proposições acima corroboram a conclusão a que chegou Wright (2002:297) que concluiu, como consequência dos efeitos existentes na variação da tarifa de interconexão sobre o lucro da firma celular, que a firma celular monopolista irá

maximizar seu lucro de terminação por assinante, enfrentando um *trade off* entre altas margens de a^D e uma demanda menor de chamadas fixas-móveis.

Assim, a expressão do lucro de terminação por assinante celular no nível de monopólio, substituindo (3.4) e (3.7) no lucro de terminação por assinante

$$p_i^a = p^D = (a^D - d)Q(P_i):$$

$$(3.9) \quad p^D = \frac{P-1}{f'} \times \frac{(1-\hat{x}_f)q_c^e}{P-1}$$

$$\therefore p^D = \frac{(1-\hat{x}_f)q_c^e}{f'}$$

Considerando f' constante, verificamos que o lucro de terminação por assinante, ou ainda o *markup* multiplicado pela demanda de chamadas fixas-móveis por assinante, depende apenas do número esperado de clientes da rede celular e da densidade de consumidores da telefonia fixa.

3.2 Maximização do lucro no mercado celular no caso de monopólio

Pretende-se, nesta seção, estabelecer quais são as condições em termos de dimensão da rede celular que proporcionam à firma celular monopolista a maximização do seu lucro.

Para isso, assume-se que o consumidor de telefonia fixa possui previsibilidade perfeita sobre a dimensão da rede celular. Assim, $q_c^e = q_c$ e a dimensão da rede celular confundem-se com aquela pertencente à firma monopolista. Neste caso, $q_c^e = q_c = q$.

Vimos anteriormente que o lucro da firma celular é dado pela expressão $\mathbf{p}_i = (p_i + \mathbf{p}_i^a - c)q_i$. Pode-se, então, reescrever esta expressão como sendo:

$$(3.10) \quad \mathbf{p} = (p - c)q + \frac{(1 - \hat{x}_f)}{f'} q^2$$

Derivando a equação (3.10) em relação a q , chega-se ao seguinte:

$$(3.11) \quad \frac{d\mathbf{p}}{dq} = (p - c) + 2q \frac{(1 - \hat{x}_f)}{f'} > 0$$

Verifica-se, portanto, que o lucro em relação à dimensão da rede será uma função estritamente crescente, desde que $p \geq c$, o que nos leva a concluir que se a dimensão da rede aumenta, o lucro da firma celular também aumentará mais que proporcionalmente até o limite de atender integralmente todos os potenciais consumidores da população em questão.

3.3 Maximização do lucro no mercado celular no caso de competição

Como foi discutido anteriormente, a função de utilidade do consumidor é separável em $n + 1$ funções de utilidade. Assim, a função de utilidade resultante da existência de n firmas celulares, competindo no segundo estágio do jogo, será a soma das $n + 1$ funções parciais.

Contudo, o tratamento algébrico dado ao modelo em função da competição não se diferencia daquele inicialmente abordado para a firma celular monopolista. Assim, a função de utilidade do consumidor em relação à firma i será análoga a da equação (3.2). Portanto:

$$(3.12) \quad U_{x,f} = \begin{cases} (1-x_f)q_c^e + z_i - P_i z_i & , \text{ se ele assina o serviço} \\ 0 & , \text{ se ele não assina o serviço} \end{cases}$$

Desenvolvendo o mesmo raciocínio observado na seção 3.1, chegaremos como resultado à equação análoga a (3.8):

$$(3.13) \quad \begin{aligned} a^D(Z_i) &= d_i + \frac{P(Z_i) - 1}{f_i'} \therefore \\ a^D(Z_i) &= d_i + \frac{q_c^e(1-\hat{x}_f)}{Z_i f_i'} \end{aligned}$$

Em relação à proposição 1, pode-se perceber que não se está restringindo apenas à existência da rede celular da firma i , mas de toda rede. Assim, a firma i , mesmo que esteja entrando no mercado, beneficia-se da expectativa do consumidor quanto à existência prévia de redes de outras firmas celulares para fixar a tarifa de interconexão acima dos seus custos. Com isso, o conceito de tal proposição pode ser estendido para:

Proposição 1'

Na hipótese de preços diferenciados, havendo expectativa do consumidor de telefonia fixa quanto à existência de uma rede celular, desde que a densidade da rede de telefonia fixa seja inferior a cem por cento, a firma celular fixará o preço de acesso a sua rede, ou seja, a tarifa de interconexão, acima dos seus custos, no nível de monopólio.

Vale ressaltar mais uma vez que a fixação da tarifa de interconexão não dependerá da estrutura de competição, nem da fixação de quantidade ou preço no mercado celular, mas apenas da expectativa do consumidor de telefonia fixa quanto à existência de uma rede.

Em relação às proposições 2 e 3, pode-se também estender seus conceitos para a hipótese da existência de mais de uma firma celular, competindo em preço ou quantidade, no segundo estágio do jogo. Assim, tais proposições passam a ser escritas como:

Proposição 2'

Na hipótese de preços diferenciados, se a tarifa de interconexão for nivelada ao seu custo marginal, ou seja, $a^D = d$, todos os consumidores potenciais demandarão o serviço de telefonia fixa, $\hat{x}_f = 1$, ou, ainda, a demanda tenderá a infinito, pois a razão será $q_c^e / Z_i = 0$.

Proposição 3'

Na hipótese de preços diferenciados, o poder de monopólio da firma celular é diretamente proporcional à razão entre o número esperado de assinantes da rede celular e a demanda por chamadas fixas-móveis para sua rede.

Da equação (3.9), pode-se observar que o único elemento que pode levar a lucros de terminação por assinante diferentes em várias firmas celulares que participem do mercado de telefonia móvel é justamente a função resposta do repasse dos custos ao preço das chamadas fixas-móveis.

As demais variáveis que compõem a expressão do lucro de terminação no nível de monopólio são comuns a todas as firmas celulares e independem da estrutura de competição deste mercado. Com isso, a variável \hat{x}_f irá depender apenas do nível

de penetração do serviço na telefonia fixa e q_c^e dependerá da expectativa dos consumidores da telefonia fixa em relação ao tamanho da rede celular, que engloba a participação de todas as firmas.

Por isso, pode-se dizer que se a firma de telefonia fixa apresenta uma política uniforme de repasse dos custos ao preço das chamadas fixas-móveis P_i , ou seja, $f_i' = f', \forall i = 1, \dots, n$, o lucro de terminação por assinante no nível de monopólio será igual para todas as firmas celulares. Surge, então, a seguinte proposição:

Proposição 4

Na hipótese de preços diferenciados nas chamadas fixas-móveis com política uniforme de repasse dos custos pela telefonia fixa, ou seja, $f_i' = f', \forall i = 1, \dots, n$, o lucro de terminação por assinante no nível de monopólio será igual para todas as n firmas celulares que competem neste mercado.

Em relação à maximização dos lucros das n firmas celulares, assumindo-se que o consumidor de telefonia fixa possui previsibilidade perfeita, ocorre que

$$q_c^e = q_c = \sum_{i=1}^n q_i .$$

A expressão do lucro da firma celular i será:

$$(3.14) \quad p_i = (p_i - c_i)q_i + \frac{(1 - \hat{x}_f)q_c}{f'} q_i$$

Derivando a equação (3.14) em relação a q_i , chega-se ao seguinte:

$$(3.15) \quad \frac{dp}{dq_i} = (p_i - c_i) + \frac{(1 - \hat{x}_f)q_c}{f'} > 0$$

Verifica-se, portanto, que o lucro da firma será uma função estritamente crescente em relação aos seus assinantes, desde que $p_i \geq c_i$, o que leva à conclusão de que se a dimensão da rede como um todo aumenta, a variação do lucro da firma celular em relação aos assinantes aumentará mais que proporcionalmente até o limite de atender integralmente todos os potenciais consumidores da população em questão.

4 A questão do subsídio no mercado de telefonia fixa-móvel

Pode-se fazer uma análise com ênfase no subsídio que a firma celular pode oferecer aos seus clientes em função do seu lucro de terminação no nível de monopólio. Para isso, no caso da firma celular monopolista, igualamos a equação (3.11) a zero, visando maximizar o lucro da firma celular. Define-se, primeiramente, que o subsídio por assinante será $s = c - p$. Então, pode-se obter o valor de s que maximiza o lucro da firma celular:

$$(4.1) \quad s = c - p = \frac{2q(1 - \hat{x}_f)}{f'}$$

Pode-se verificar que o subsídio por assinante que maximiza o lucro da firma celular é inversamente proporcional à densidade de consumidores da telefonia fixa e também à inclinação da função resposta do preço das chamadas fixas-móveis em relação aos seus custos. Assim, quanto maior \hat{x}_f , menor será o subsídio repassado aos clientes da firma celular, até o limite em que $\hat{x}_f = 1$, quando o lucro de terminação e o subsídio serão nulos. Da mesma forma, quanto menor for f' , maior será o subsídio s , ou seja, quanto mais a firma de telefonia fixa absorver os custos das chamadas fixas-móveis, maior será o valor do subsídio conseguido pelos clientes da telefonia fixa. Propõe-se, então:

Proposição 5

A função do lucro da firma celular em relação à dimensão da sua rede é estritamente crescente. Limitando o crescimento, a firma celular estabelece um ponto de lucro máximo, que define o subsídio proporcionado aos seus clientes. Este é inversamente proporcional à densidade de consumidores da telefonia fixa e à inclinação da função resposta do preço das chamadas fixas-móveis em relação aos custos e diretamente proporcional à dimensão da rede celular.

Analogamente, pode-se igualar a equação (3.15) a zero e se chegar ao valor do subsídio por assinante na hipótese de competição no mercado celular. Definindo-se o subsídio da firma celular i como $s_i = c_i - p_i$, ocorre que:

$$(4.2) \quad s_i = c_i - p_i = \frac{(1 - \hat{x}_f) q_c}{f'}$$

Assumindo a hipótese da proposição 4 de que $f_i' = f', \forall i = 1, \dots, n$ e usando o resultado da equação (3.9), pode-se verificar que os subsídios das n firmas celulares que competem no segundo estágio igualar-se-ão ao lucro de terminação por assinante no nível de monopólio. Assim, pode-se escrever que:

$$(4.3) \quad s_1 = s_2 = \dots = s_n = s = p^D$$

Pode-se, com isso, estabelecer a seguinte proposição:

Proposição 6

Na hipótese de preços diferenciados e assumindo que os consumidores da rede de telefonia fixa possuem previsibilidade perfeita, as firmas celulares competitivas estabelecem um lucro máximo, em que o valor do subsídio repassado aos seus

clientes é igual ao lucro de terminação no nível de monopólio, podendo, inclusive, serem iguais, no caso e uma política uniforme de repasse dos custos aos preços das chamadas fixas-móveis pela firma de telefonia fixa.

5 Implicações no bem-estar social

Como pudemos observar nos subitens anteriores, algumas características presentes no modelo descrito para essa economia, que se restringe à estrutura de mercado fixo-móvel, podem limitar o alcance de maior bem-estar social dos agentes econômicos.

A primeira delas baseia-se no argumento de que a firma celular, ao buscar a maximização do seu lucro, estabelece sua tarifa de interconexão no nível de monopólio, conforme dispõe a proposição 1. Com isso, há a transferência de excedente dos consumidores de telefonia fixa para a rede celular.

Cabe destacar que tal transferência *a priori* é feita diretamente à firma celular, pois a realocação dos recursos provenientes da telefonia fixa destina-se à maximização do lucro da primeira. A firma celular, por sua vez, tem discricionariedade para transferir, ou não, tais recursos para seus clientes.

Conforme visto na maximização do lucro da firma celular, equações (3.10) e (3.11), o retorno é incrementado mais que proporcionalmente ao aumento do número de clientes da rede celular. Por isso, a firma celular tem interesse em transferir os recursos advindos do seu poder de monopólio, visando aumentar a carteira de clientes.

Do ponto de vista do bem-estar social, a princípio, não há mal algum nesta prática, tendo em vista que o bem-estar social aumentará juntamente com o

crescimento da rede celular. Isso porque os agentes envolvidos beneficiam-se com a externalidade de rede advinda do seu crescimento. Mas a questão que se coloca é se as firmas celulares continuarão a realizar essa política de subsídios quando a densidade da rede atingir o limite máximo, ou seja, quando todos os potenciais clientes aderirem à rede celular? Ainda, até que ponto o incremento da competição no mercado de celulares contribui para o aumento do bem-estar social?

A proposição 3 mostra-nos que o poder de monopólio da firma celular é diretamente proporcional à diferença entre o número esperado de assinantes da rede celular e a demanda por chamadas fixas-móveis. Ao atingir a adesão de todos os potenciais assinantes, a dimensão da rede celular chega ao seu limite ($\hat{x}_c = 1$). Assim, o poder de monopólio da firma celular será mantido através da restrição na demanda das chamadas fixas-móveis. Não há interesse em ampliar essa demanda, pois significa perda de poder de monopólio. O subsídio aos clientes no mercado de celulares pode até ser mantido, mas com o único objetivo de competição dentro do próprio mercado celular pela participação de cada firma. Em equilíbrio, ou seja, na competição perfeita, o único lucro extraído pelas firmas celulares será aquele advindo da transferência de recursos da telefonia fixa.

Deste ponto em diante, o subsídio não acrescenta ao aprimoramento do bem-estar social, mas apenas remaneja recursos internamente nesse mercado. É claro que tudo vai depender do modelo de função de bem-estar social adotado para retratar o ganho social dos agentes relativamente ao seu nível de utilidade.

A seguir, tentar-se-á mostrar que o incremento do bem-estar social é inversamente proporcional ao poder de monopólio da firma celular. Para isso, define-se, primeiramente, o modelo de função de bem-estar social a ser utilizado. Em

seguida, especifica-se a função de utilidade do cliente celular, que é o único agente dessa economia que ainda não teve sua utilidade definida.

A função de bem-estar social dessa economia será definida como sendo uma função utilitarista com pesos sociais $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ e β_4 , atribuídos pelos formuladores de políticas públicas, respectivamente, ao excedente dos consumidores de telefonia fixa, ao excedente dos clientes da firma celular, ao lucro da firma de telefonia fixa e, finalmente, ao lucro da firma celular. Assim, a função de bem-estar social tem o seguinte formato:

$$(5.1) \quad W = \mathbf{b}_1 V_f + \mathbf{b}_2 V_c + \mathbf{b}_3 \Pi_f + \mathbf{b}_4 p_c$$

Para se chegar à função de utilidade dos clientes da telefonia celular, adota-se o mesmo modelo descrito anteriormente, abordado por Shy (2001), que incorpora a externalidade da rede quanto ao número esperado de assinantes, tanto na rede de telefonia celular, quanto na rede de telefonia fixa. Pode-se, então, definir a função de utilidade dos clientes celulares como:

$$(5.2) \quad U_{x,i} = \begin{cases} (1-x_i) \left[\sum_{i=1}^n (q_i^e) + q_f^e \right] - p_i, & \text{se ele assina o serviço} \\ 0 & \text{, se ele não assina o serviço} \end{cases}$$

onde q_i^e é o número esperado de assinantes da firma celular i ; q_f^e , o número esperado de assinantes da telefonia fixa; e p_i é o preço cobrado pela firma i por um pacote de serviços mensais.

Como aconteceu no caso da utilidade do consumidor de telefonia fixa, os clientes da rede celular incorporam a externalidade de toda a rede celular, fazendo

com que $q_c^e = \sum_{i=1}^n q_i^e$. Assim, pode-se reescrever a expressão (5.2) como:

$$(5.3) \quad U_{x,i} = \begin{cases} (1-x_i)[q_c^e + q_f^e] - p_i, & \text{se ele assina o serviço} \\ 0 & \text{, se ele não assina o serviço} \end{cases}$$

Procura-se, agora, derivar a demanda agregada, observando um consumidor em particular do tipo \hat{x}_i , indiferente em assinar o serviço a dado preço de assinatura p_i . Sendo $p_i \leq q_c^e + q_f^e$, ocorre que:

$$(5.4) \quad \begin{aligned} (1-\hat{x}_i)(q_c^e + q_f^e) - p_i &= 0 \therefore \\ \hat{x}_i &= \frac{q_c^e + q_f^e - p_i}{q_c^e + q_f^e} \end{aligned}$$

Assim, os consumidores indexados por $x_i \leq \hat{x}_i$ assinarão o serviço, pois $U_{x_i \leq \hat{x}_i} \geq 0$, enquanto os potenciais consumidores indexados por $x_i > \hat{x}_i$ não assinarão o serviço.

Sem perda de generalidade, assume-se que os clientes da rede celular, assim como aqueles da telefonia fixa, possuem previsibilidade perfeita acerca da dimensão da rede celular e também da rede de telefonia fixa. Com isso, $q_c^e = \mathbf{h}_c \hat{x}_c$ e $q_f^e = \mathbf{h}_f \hat{x}_f$, onde \mathbf{h}_c e \mathbf{h}_f são o *continuum* de potenciais clientes, respectivamente, da rede celular e da rede fixa.

Pode-se, agora, após a definição da função de utilidade dos clientes da telefonia celular, integrar a expressão que conduz ao excedente dos consumidores, escrevendo V_c como¹⁵:

$$(5.5) \quad V_c = \sum_{x_c=0}^{\hat{x}} [(1-x_c)(q_c+q_f)-p] \therefore$$

$$V_c = \frac{(1+h_c\hat{x}_c)(2-\hat{x}_c)}{2} [q_c+q_f] - (1+h_c\hat{x}_c)p$$

O excedente dos consumidores da telefonia fixa será dado por V_f :

$$(5.6) \quad V_f = \sum_{x_f=0}^{\hat{x}} [(1-x_f)q_c+z-Pz] \therefore$$

$$V_f = \frac{(1+h_f\hat{x}_f)(2-\hat{x}_f)}{2} q_c + (1-P)Z$$

Revisitando as expressões dos lucros da firma de telefonia celular e da firma de telefonia fixa, ocorre que:

$$(5.7) \quad p_c = (p-c)q_c + \frac{(1-\hat{x}_f)}{f'} q_c^2; \text{ e}$$

$$\Pi_f = q_c(P-C-d^p)Z$$

Assume-se que o preço das chamadas fixas-móveis é superior à unidade, $P > 1$, pois, como pode ser constatado na expressão da função inversa da demanda pelo serviço, tal hipótese conduzirá a densidade da telefonia fixa a ser menor que cem por cento, $\hat{x}_f < 1$, ou seja, o serviço somente é realizado a título oneroso, e a

¹⁵ Para chegar a tal resultado, utiliza-se o fato de que o somatório representa as somas de duas progressões aritméticas (P.A), sendo a primeira relacionada a $\sum_{x=0}^{\hat{x}} (1-x)$ e a segunda,

$\sum_{x=0}^{\hat{x}} 1$. Assim, a fórmula para a soma de uma P.A empregada foi $S_n = \frac{n(a_1+a_n)}{2}$

dimensão esperada de assinantes na rede celular é maior que zero, $q_c^e > 0$, pois, caso contrário, não há disponibilidade do serviço de telefonia fixa-móvel. É razoável supor também que o lucro da firma de telefonia fixa, em função de ser um mercado regulado, será não negativo, ou seja, $\Pi_f \geq 0$. Assim, verifica-se que $P \geq C + a^D$. Como este trabalho não visa discutir distintas formas de implementação de políticas públicas, assume-se também que $b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = 1$. Desse modo, pode-se reescrever a expressão (5.1) como:

$$(5.8) \quad W = V_f + V_c + \Pi_f + p_c$$

Explorando as equações (5.5) a (5.7), verifica-se de pronto que, relativamente a q_c , a função de bem-estar social (5.8), é estritamente crescente, atingindo seu máximo quando $\hat{x}_c = 1$. Em relação a \hat{x}_f , os excedentes dos consumidores de telefonia fixa V_f e da telefonia celular V_c aumentam proporcionalmente à densidade da telefonia fixa, mas são mais que compensados pela influência negativa de \hat{x}_f em p_c . De modo geral, a função de bem-estar social varia inversamente a \hat{x}_f , conforme o gráfico 5.1.

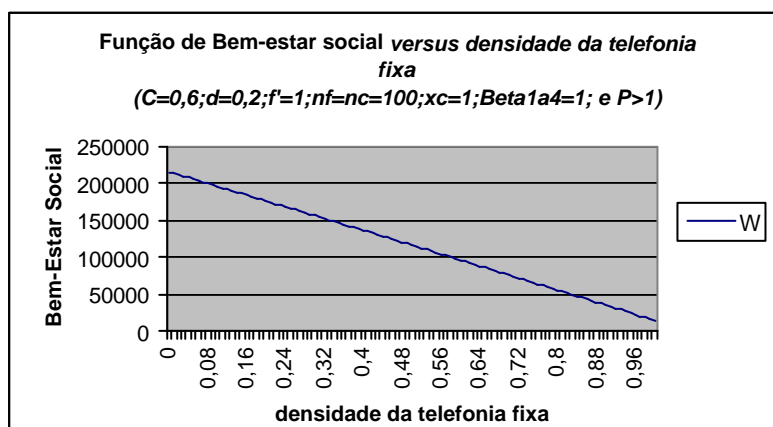


Gráfico 5.1: Função de Bem-estar Social versus densidade da telefonia fixa

Passa-se a analisar como a função de bem-estar social varia em relação ao poder de monopólio da firma celular, que é representado pelo valor da tarifa de interconexão. Pode-se observar, a partir do gráfico 5.2, que a função de bem-estar social atinge dois limites, conforme a variação da tarifa de interconexão. O limite superior tende a infinito positivo, quando a tarifa de interconexão, a^D , aproxima-se do custo de terminação das chamadas, d . Ao contrário, quando a^D distancia-se do custo d , o bem-estar atinge seu limite mínimo.

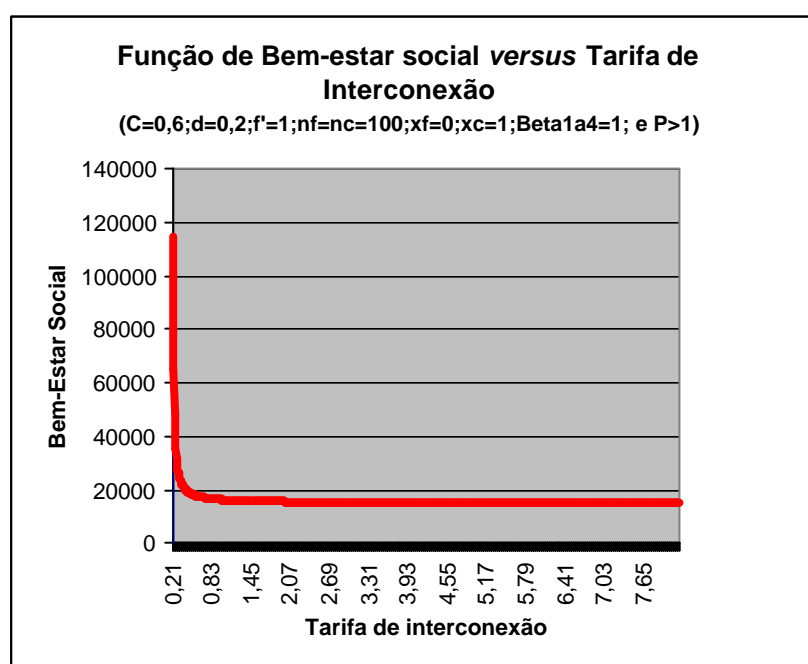


Gráfico 5.2: Função de Bem-estar Social versus Tarifa de Interconexão

Utilizar-se-á a noção de limites de uma função para tentar demonstrar o que acontece com a função de bem-estar social. Com o auxílio da expressão (3.7), que define a tarifa de interconexão, e em função do preço das chamadas fixas-móveis, buscar-se-á descobrir os limites da função de bem-estar social para $P \rightarrow 1^+$ e $P \rightarrow +\infty$. Inicialmente, pode-se verificar que, quando $P \rightarrow 1^+$, $a^D \rightarrow d$. Ao contrário, quando $P \rightarrow +\infty$, $a^D \rightarrow +\infty$, desde que $f' < +\infty$.

Fazendo $P \rightarrow 1^+$, com $x_f \neq 0$ e $x_c \neq 0$, verifica-se que¹⁶:

$$(5.9) \quad W = \begin{cases} \lim_{P \rightarrow 1^+} W = +\infty, & \text{se } P > C + a^D \\ \lim_{P \rightarrow 1^+} W = \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f)q_f]}{2} q_c + V_c + \mathbf{p}_c, & \text{se } P = C + a^D \end{cases}$$

Portanto, quando $a^D \rightarrow d$, o lucro da firma de telefonia fixa será infinito, $\Pi_f = +\infty$, se $P > C + a^D$, levando $W = +\infty$. No caso de $P = C + a^D$, $\Pi_f = 0$, o que leva $W = \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f)q_f]}{2} q_c + V_c + \mathbf{p}_c$.

Agora, analisa-se como se comportará a função de bem-estar social quando $P \rightarrow +\infty$, ou seja, quando $a^D \rightarrow +\infty$. Utilizando mais uma vez a noção de limites de uma função, pode-se verificar que:

$$(5.10) \quad \lim_{P \rightarrow +\infty} W = \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f)q_f]}{2} q_c + V_c + \mathbf{p}_c$$

Conclui-se que, sendo $\Pi_f > 0$, a função de bem-estar social W atingirá seu nível máximo em mais infinito quando $a^D \rightarrow d$, independentemente da densidade de ambas as redes.

Por outro lado, a função de bem-estar social atingirá, como limite mínimo, o valor de $W = \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f)q_f]}{2} q_c + V_c + \mathbf{p}_c$, quando $a^D \rightarrow +\infty$ ou, em qualquer hipótese, quando $P = C + a^D$.

¹⁶ Ver demonstração no Apêndice B.

Em relação à \hat{x}_f , pode-se observar que a função de bem-estar social irá se comportar proporcionalmente aos excedentes dos consumidores, tanto da telefonia fixa, quanto da telefonia celular, mas inversamente em relação ao lucro da firma celular. A princípio, o nível mínimo da função de bem-estar social tende a diminuir com o aumento da densidade da telefonia fixa.

Por outro lado, a busca pelos níveis mais elevados de bem-estar social dar-se-á com a minimização do poder de monopólio da firma celular, $a^D \rightarrow d$, e, também, permitindo que a firma de telefonia fixa tenha retorno positivo, $\Pi_f > 0$. Com isso, pode-se estabelecer a seguinte proposição:

Proposição 7

Havendo uma rede de telefonia fixa e outra rede celular, o bem-estar social será maximizado quando a tarifa de interconexão tender ao seu custo marginal e o lucro da firma de telefonia fixa for positivo, $\Pi_f > 0$, não importando a estrutura de competição no mercado celular.

A tabela 5.1 resume o comportamento da função de bem-estar social em relação ao poder de monopólio da telefonia celular, representado por a^D , e ao lucro da firma de telefonia fixa, Π_f .

Tabela 5.1: Quadro-resumo do comportamento da função de bem-estar social

a^D	$a^D \rightarrow d$	$a^D \rightarrow +\infty$
$\Pi_f > 0$	$W = +\infty$	
$\Pi_f = 0$	$W = \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f)q_f]}{2} q_c + V_c + p_c$	$W = \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f)q_f]}{2} q_c + V_c + p_c$

6 Considerações finais

Procurou-se abordar nesta monografia, dentre as principais características do tipo específico de indústria - as indústrias de rede, a característica mais relevante no caso dos serviços de telecomunicações, que é a externalidade no consumo. Sua presença, juntamente com o fenômeno do *bottleneck* da carteira de clientes na telefonia fixa-móvel, forma uma combinação que leva à acentuada distorção na alocação eficiente dos recursos entre as duas pontas da comunicação, qual seja: o serviço de telefonia fixa e o serviço de telefonia móvel.

Cabe ressaltar que o *bottleneck* existente neste segmento muito se deve à formatação estrutural, onde a parte onerada na comunicação é aquela que origina a chamada, usualmente denominada *Calling-Party-Pay* (CPP), e também pela sua falta de opção na escolha da firma que prestará o serviço de terminação da chamada.

Os modelos adotados para a análise do assunto foram: o modelo desenvolvido por Wright (2002), que trata da questão do *bottleneck* e, conseqüente, da maximização de lucro das firmas celulares através da maximização das suas lucratividades marginais; e o apresentado por Shy (2001), a partir de abordagem original realizada por Rohlfs (1974), que modela a demanda pelos serviços de telecomunicações.

Como foi demonstrado por Wright (2002), a política de fixação de preços uniformes nas chamadas fixas-móveis não se sustenta e leva à ruína do mercado de telefonia fixa-móvel. Assim, optou-se por abordar a situação em que os preços das chamadas fixas-móveis são diferenciados, segundo a melhor função resposta aos custos enfrentados pela telefonia fixa. De fato, esta abordagem é a que se aproxima da realidade existente neste mercado.

Como resultado da política de fixação de preços, ficou então demonstrado que as firmas celulares estabelecem o valor das tarifas de interconexão no nível de monopólio, levando à maximização da lucratividade marginal e à mais valia dos seus clientes.

Ficou demonstrado também que a ocorrência dessa situação independe da estrutura de mercado existente no segundo estágio do jogo. Ou seja, independente da forma de competição entre as firmas celulares, o monopólio das chamadas fixas-móveis permanecerá.

Então, com o auxílio do modelo da demanda por serviços de telecomunicações, passou-se a analisar quais seriam as conseqüências deste fenômeno em relação ao lucro das firmas celulares, à distorção na alocação dos recursos deste segmento através do subsídio concedido por estas firmas aos seus clientes, primariamente, com objetivo de capturá-los e, finalmente, as implicações no bem-estar social.

O resultado da análise demonstra que o lucro das firmas celulares cresce indefinidamente em relação à quantidade de assinantes. Por isso, será sempre interessante para a firma celular capturar o máximo possível de clientes até o limite de todos os potenciais consumidores na economia. Entretanto, para as firmas celulares atingirem tal objetivo, elas precisam de maior atratividade e poder de mercado, consubstanciando-se na concessão de subsídio aos clientes, sem, contudo, deixar de maximizar seu retorno.

Caso haja uma política uniforme de repasse dos custos aos preços das chamada fixa-móvel, por parte da firma de telefonia fixa, os subsídios das firmas celulares igualar-se-ão ao lucro de terminação no nível de monopólio, comum a todas elas.

Em relação ao bem-estar social independente do peso social, que uma formulação de política possa atribuir a quaisquer grupos de agentes econômicos, ficou demonstrado que, respeitando a hipótese de lucro positivo na telefonia fixa, o bem-estar será maximizado quando a tarifa de interconexão (a^D) no mercado fixo-móvel tender ao seu custo marginal (d).

Mesmo considerando algumas variações no modelo desenvolvido por Wright (2002: 304-308) e adotado nesta monografia, como, por exemplo, passar a considerar na função de utilidade dos clientes das firmas celulares a importância do preço das chamadas fixas-móveis, considerando, portanto, o nível de demanda das chamadas nos terminais móveis; ou ainda, a hipótese de preço das tarifas de interconexão uniformes, os resultados apresentados não se alteraram qualitativamente.

Apesar de não ser o escopo deste trabalho, cabe levantar uma questão sobre as diferenças existentes nas estruturas de mercado baseadas nos modelos de tarifação *Calling-Party-Pay* (CPP) e *receiver-party-pay* (RPP). Enquanto na primeira estrutura existe um domínio por parte das firmas celulares sobre os clientes, levando os usuários de outras redes a pagarem um “prêmio” pela terminação da chamada; na RPP, não há incentivo em se cobrar tal “prêmio”, pois quem paga pela chamada são aqueles que a recebem. Ao contrário, os clientes das firmas celulares não têm incentivos a utilizar o serviço móvel, levando as tarifas aos mesmos patamares da telefonia fixa. ITU (2000: Box 1, p. 4)

A consequência de tal diferença reflete-se na formulação das diferentes políticas de regulação por parte das agências governamentais. Enquanto a *Federal Communication Commission* – FCC aplica uma política em que a alocação eficiente de recursos dar-se-á a priori no próprio mercado, com a sua intervenção apenas nos casos onde a livre negociação malogra, a *Office of Communications* – OFCOM,

agência reguladora inglesa, e outras agências européias intervêm diretamente no mercado de telefonia fixa-móvel.

A atuação da OFCOM e de outras agências européias ocorre porque, dada a estrutura de tarifação CPP, o amplo poder de mercado adquirido pelas firmas celulares, conforme demonstrado teoricamente neste trabalho, leva à ineficiência na alocação de recursos no mercado de telefonia fixa-móvel. Isso justifica a atuação ativa do estado através de suas agências reguladoras para corrigir ou minimizar os efeitos de tal ineficiência.

No Brasil, ocorre uma situação híbrida em relação à regulação do mercado de telefonia fixa-móvel. Enquanto a estrutura tarifária segue o modelo Calling-Party-Pay (CPP), a forma de regulação da interconexão de redes segue o princípio da livre negociação entre as partes, conforme descrito no Regulamento Geral de Interconexão, Resolução ANATEL n.º 410, de 11/07/2005:

Art. 7º. As condições para Interconexão de redes são objeto de livre negociação entre os interessados observado o disposto na Lei n.º 9.472, de 1997, o presente Regulamento e a regulamentação própria de cada modalidade de serviço.[grifo nosso]

Ademais, o referido Regulamento coíbe os comportamentos prejudiciais à livre, ampla e justa competição, entre eles, a prática de subsídios, conforme o artigo 8º, inciso I:

Art. 8º. Nas negociações destinadas a estabelecer os contratos de interconexão são coibidos os comportamentos prejudiciais à livre, ampla e justa competição entre prestadoras de serviço, no regime público e privado, em especial:

I – a prática de subsídios, para redução artificial de tarifas ou preços; (...).

Com base na argumentação desenvolvida ao longo desta monografia, pode-se verificar que a preocupação da agência reguladora, apesar de legítima, não está alinhada com o modelo teórico do mercado de telefonia fixa-móvel, em princípio, adotado no Brasil.

Entretanto, este assunto carece de estudos empíricos focados especificamente para este segmento de mercado. Assim, cabe sugerir a extensão da pesquisa em estudos empíricos a partir dos resultados teóricos aqui demonstrados, explorando inclusive as diferentes estruturas de competição no mercado celular e, também, as diferentes formas de regulação de preço e/ou quantidade dos serviços prestados.

Apêndice A

Sabe-se que a utilidade do consumidor do tipo x é descrita como:

$$(A.1) \quad U_{x,f} = \begin{cases} \sum_{i=1}^n [(1-x_f)q_i^e + z_i] - p_f - \sum_{i=1}^n P_i z_i & , \text{ se ele assina o serviço} \\ 0 & , \text{ se ele não assina o serviço,} \end{cases}$$

Em relação a uma firma celular i , pode-se reescrever a função de utilidade da seguinte forma, observando que a externalidade no consumo engloba toda a rede

celular, ou seja, $q_c^e = \sum_{i=1}^n q_i^e$. Assim:

$$(A.2) \quad U_{x,f} = \begin{cases} (1-x_f)q_c^e + z_i - p_f - P_i z_i & , \text{ se ele assina o serviço} \\ 0 & , \text{ se ele não assina o serviço} \end{cases}$$

Para se chegar ao nível de demanda agregada pelos assinantes da telefonia fixa, utilizar-se-á o artifício do consumidor do tipo \hat{x}_f que é indiferente em assinar o serviço. Com isso, assumindo que no mercado de telefonia fixa não há tarifa de habilitação ou de assinatura, ou seja, $p_f = 0$, ocorre o seguinte:

$$(A.3) \quad \begin{aligned} (1-\hat{x}_f)q_c^e + Z_i - P_i Z_i &= 0 \\ \therefore \hat{x}_f &= \frac{q_c^e + Z_i - P_i Z_i}{q_c^e} \end{aligned}$$

Pode-se observar que para o consumidor do tipo \hat{x}_f , todos os outros consumidores do tipo $x_f \leq \hat{x}_f$ também irão assinar o serviço. Com isso, $Z_i = Q(P_i)$, pois Z_i constitui-se na soma das demandas individuais de todos os consumidores do tipo $x_f \leq \hat{x}_f$.

Pode-se, então, descrever a demanda agregada como:

$$(A.4) \quad Q(P_i) = \frac{(1 - \hat{x}_f)q_c^e}{P_i - 1}$$

Pode-se demonstrar este resultado, utilizando o seguinte artifício: cada consumidor do tipo $x_f \leq \hat{x}_f$ que assinar o serviço terá a utilidade $u_x \geq 0$, possuindo, portanto, um preço de reserva: $r_x = (1 - x)q_c^e + z_i \geq 0$.

A soma dos preços de reserva resulta no excedente agregado dos consumidores:

$$(A.5) \quad \begin{aligned} V(P_i) &= \sum_{x=0}^{\hat{x}_f} r_x \therefore \\ V(P_i) &= \sum_{x=0}^{\hat{x}_f} [(1 - x)q_c^e + z_i] \therefore \\ V(P_i) &= \sum_{x=0}^{\hat{x}_f} (1 - x)q_c^e + \sum_{x=0}^{\hat{x}_f} z_{i,x} \end{aligned}$$

Define-se $Z_i = \sum_{x=0}^{\hat{x}_f} z_{i,x}$. Assim, pode-se reescrever $V(P_i)$ como:

$$(A.6) \quad V(P_i) = \sum_{x=0}^{\hat{x}_f} (1 - x)q_c^e + Z_i$$

Por sua vez, o excedente líquido é expresso por:

$$(A.7) \quad \begin{aligned} V_L(P_i) &= V(P_i) - P_i Z_i \therefore \\ V_L(P_i) &= \sum_{x=0}^{\hat{x}_f} (1 - x)q_c^e + Z_i - P_i Z_i \end{aligned}$$

Sabendo que o excedente líquido do consumidor do tipo \hat{x}_f é zero, ou seja,

$V_{L_{\hat{x}}}(P_i) = U_{\hat{x}_f} = 0$. Logo, chega-se a:

$$\begin{aligned} V_{L_{\hat{x}}}(P_i) &= \sum_{x=0}^{\hat{x}_f} (1-x)q_c^e + Z_i - P_i Z_i \therefore \\ \text{(A.8)} \quad 0 &= (1-\hat{x}_f)q_c^e + Z_i - P_i Z_i \therefore \\ Z_i &= \frac{(1-\hat{x}_f)q_c^e}{P_i - 1} \end{aligned}$$

Apêndice B

A função de bem-estar social é definida, conforme a equação (5.1), da seguinte forma:

$$(B.1) \quad W = \mathbf{b}_1 V_f + \mathbf{b}_2 V_c + \mathbf{b}_3 \Pi_f + \mathbf{b}_4 p_c$$

Sendo que as variáveis relativas à utilidade dos agentes econômicos que compõem esta função correspondem a:

$$V_f = \frac{(1 + \mathbf{h}_f \hat{x}_f)(2 - \hat{x}_f)}{2} q_c + (1 - P)Z$$

$$V_c = \frac{(1 + \mathbf{h}_c \hat{x}_c)(2 - \hat{x}_c)}{2} [q_c + q_f] - (1 + \mathbf{h}_c \hat{x}_c) p$$

$$p_c = (p - c)q_c + \frac{(1 - \hat{x}_f)}{f} q_c^2; \text{ e}$$

$$\Pi_f = q_c(P - C - a^D)Z$$

Assume-se que o preço das chamadas fixas-móveis é superior à unidade, $P > 1$, pois a densidade da telefonia fixa é no máximo cem por cento, $\hat{x}_f \leq 1$, e a dimensão esperada de assinantes na rede celular é no mínimo zero, $q_c^e \geq 0$.

Assume-se ainda que o lucro da firma de telefonia fixa, em função de ser um mercado regulado, será não negativo, ou seja, $\Pi_f \geq 0$. Verifica-se, portanto, que $P \geq C + a^D$.

Além das suposições realizadas, admitir-se-á que os parâmetros do peso social em relação à função de bem-estar social serão iguais à unidade, pois tal hipótese não

afetará os resultados a seguir demonstrados. Portanto, $\mathbf{b}_1 = \mathbf{b}_2 = \mathbf{b}_3 = \mathbf{b}_4 = 1$ e a expressão (5.1) pode ser reescrita como:

$$(B.2) \quad W = V_f + V_c + \Pi_f + \mathbf{p}_c$$

A fim de se chegar aos valores que maximizam a função de bem-estar social, utilizar-se-á a noção de limites de uma função. Tal procedimento será utilizado na variação do valor da tarifa de interconexão, cobrado pela firma celular, e que representa seu poder de monopólio em relação à função de bem-estar social. De acordo com o gráfico 5.2, capítulo 5, a função de bem-estar social atinge dois limites, conforme a variação dessa tarifa: o limite superior tende a infinito, $W = +\infty$, quando $a^D \rightarrow d$ e $P > C + a^D$. Ao contrário, quando $a^D \rightarrow +\infty$, ou quando $a^D \rightarrow d$, mas $P = C + a^D$, a função de bem-estar social chegará a um valor que depende do número de assinantes da rede celular e da demanda da rede de telefonia fixa. Ou seja,

$$W = \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f)q_f]}{2} q_c + V_c + \mathbf{p}_c.$$

Para demonstrar estes resultados, inicialmente, utiliza-se o limite da função de bem-estar social quando o preço das chamadas fixas-móveis tende à unidade.

Assim, para se chegar ao valor de W quando $P \rightarrow 1^+$, emprega-se o limite, individualmente, em cada termo que compõe a função de bem-estar social, ou seja:

$$(B.4) \quad \lim_{P \rightarrow 1^+} W = \lim_{P \rightarrow 1^+} V_f + \lim_{P \rightarrow 1^+} V_c + \lim_{P \rightarrow 1^+} \Pi_f + \lim_{P \rightarrow 1^+} \mathbf{p}_c$$

Então, o limite de V_f quando $P \rightarrow 1^+$ será:

$$\begin{aligned}
\lim_{P \rightarrow 1^+} V_f &= \lim_{P \rightarrow 1^+} \left[\frac{(1 + \mathbf{h}_f \hat{x}_f)(2 - \hat{x}_f)}{2} q_c + (1 - P)Z \right] \therefore \\
\text{(B.5)} \quad \lim_{P \rightarrow 1^+} V_f &= \lim_{P \rightarrow 1^+} \frac{(1 + \mathbf{h}_f \hat{x}_f)(2 - \hat{x}_f)}{2} q_c + \lim_{P \rightarrow 1^+} (1 - P) \frac{(1 - \hat{x}_f) q_c}{(P - 1)} \therefore \\
\lim_{P \rightarrow 1^+} V_f &= \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f) q_f] q_c}{2}, \quad \forall \hat{x}_f \neq 1
\end{aligned}$$

O limite de V_c quando $P \rightarrow 1^+$:

$$\begin{aligned}
\text{(B.6)} \quad \lim_{P \rightarrow 1^+} V_c &= \lim_{P \rightarrow 1^+} \left\{ \frac{(1 + \mathbf{h}_c \hat{x}_c)(2 - \hat{x}_c)}{2} [q_c + q_f] - (1 + \mathbf{h}_c \hat{x}_c) p \right\} \therefore \\
\lim_{P \rightarrow 1^+} V_c &= V_c, \quad \forall \hat{x}_f \neq 1
\end{aligned}$$

O limite de \mathbf{p}_c quando $P \rightarrow 1^+$:

$$\begin{aligned}
\text{(B.7)} \quad \lim_{P \rightarrow 1^+} \mathbf{p}_c &= \lim_{P \rightarrow 1^+} \left[(p - c) q_c + \frac{(1 - \hat{x}_f)}{f} q_c^2 \right] \therefore \\
\lim_{P \rightarrow 1^+} \mathbf{p}_c &= \mathbf{p}_c, \quad \forall \hat{x}_f \neq 1
\end{aligned}$$

Já o limite de Π_f quando $P \rightarrow 1^+$ será:

$$\begin{aligned}
\text{(B.8)} \quad \lim_{P \rightarrow 1^+} \Pi_f &= \lim_{P \rightarrow 1^+} [q_c (P - C - a^D) Z] = \lim_{P \rightarrow 1^+} \frac{q_c^2 (P - C - a^D)(1 - \hat{x}_f)}{P - 1} \\
\text{Logo:} \\
\text{Para } P > (C + a^D) &\Rightarrow \lim_{P \rightarrow 1^+} \Pi_f = +\infty ; \text{ ou} \\
\text{Para } P = (C + a^D) &\Rightarrow \lim_{P \rightarrow 1^+} \Pi_f = 0
\end{aligned}$$

Desse modo, quando $P > (C + a^D)$, independente da densidade da rede celular e sabendo que a densidade da rede de telefonia fixa é inferior a cem por cento, $\hat{x}_f < 1$, implica que a função de bem-estar social tenderá a infinito. Ou melhor:

$$(B.9) \quad \lim_{P \rightarrow 1^+} W = +\infty, \text{ para } \Pi_f > 0, \forall q_c \text{ e } \hat{x}_f \neq 1$$

Já, quando o lucro da firma de telefonia fixa é nulo, ou seja, $P = (C + a^D)$, isso leva a função de bem-estar social ao seguinte valor, aumentando com o crescimento da densidade da telefonia celular:

$$(B.10) \quad \lim_{P \rightarrow 1^+} W = \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f)q_f]q_c}{2} + V_c + p_c, \text{ para } \Pi_f = 0$$

Alternativamente, pode-se verificar o comportamento da função de bem-estar social com o aumento do poder de monopólio da telefonia celular. Para isso, utiliza-se a noção de limite da função de bem-estar social quando $P \rightarrow +\infty$.

Utilizando os resultados das equações (B.5) a (B.7), pode-se verificar que eles não se alteram para $P \rightarrow +\infty$. Já o limite do lucro da firma de telefonia fixa, independentemente se o preço supera ou iguala seus custos marginais, será igual a zero. Ou seja, $\lim_{P \rightarrow +\infty} \Pi_f = 0$.

Com isso, a função de bem estar social atinge o seguinte valor, aumentando com o crescimento da densidade da telefonia celular:

$$(B.11) \quad \lim_{P \rightarrow +\infty} W = \frac{[\hat{x}_f + (2 - \hat{x}_f)q_f]q_c}{2} + V_c + p_c$$

Referência bibliográfica

- AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Regulamento Geral de Interconexão*. Resolução ANATEL n.º 410. 11/07/2005.
- ARMSTRONG, Mark; DOYLE, Chris e VICKERS, John. *The access pricing problem: a synthesis*. *The Journal of Industrial Economics*, 44(2), 1996.
- _____ e VICKERS, John. *The access pricing problem with deregulation: a note*. *The Journal of Industrial Economics*, 46(1), 1998.
- BORGES, Miryan Natividade. *Interconexão no Brasil*. 26/05/2003. [Http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialinterc/default.asp](http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialinterc/default.asp). Acesso em 01/03/2005.
- CORNES, Richard e SANDLER, Todd. *The theory of externalities, public goods, and club goods*. Nova York Cambridge University Press, 1986.
- DIXIT, Avinash. *Comparative Statics for Oligopoly*. *International Economic Review*, 27(1), 1986. [pp. 107-122].
- GANS, Joshua S. e KING, Stephen P.. *Mobile network competition, customer ignorance and fixed-to-mobile call price*. *Information Economics and Policy*, 12(4), 2000. [pp. 301-328]
- HARRINGTON Jr., Joseph E.; VERNON, John M. e VISCUSI, W. Kip. *Economics of regulation and antitrust 2*. ed. Londres: MIT Press, 1995.
- INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION. *ITU fixed-mobile interconnection briefing paper*. In: Fixed-Mobile Interconnection Workshop. Genebra. Setembro/2000.
- LAFFONT, Jean-Jacques e TIROLE, Jean. *A theory of incentives in procurement and regulation*. Londres: MIT Press, 1993.
- _____ e _____. *Competition in telecommunication*. Londres: MIT Press, 2001.
- MILGROM, Paul e ROBERTS, John. *Rationalizability, Learning and Equilibrium in Games with Strategic Complementarities*. *Econometrica*, 58(6), 1990. [pp.1255-1277]
- OLIVA, Rafael. 28/07/2003. *Regulação de Tarifas de Público e de Acesso no Setor de Telecomunicações*. <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialtarifa/default.asp>. Acesso em 20/03/2005.
- SHY, Oz. *The Economics of Network Industries*. Londres: Cambridge University Press, 2001.
- TIROLE, Jean. *The theory of industrial organization*. Londres: MIT Press, 1988.

VARIAN, Hal R. *Microeconomic analysis*. 3. ed. Nova York: W.W. Norton & Company, 1992.

_____. *Microeconomia: princípios básicos - uma abordagem moderna*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. [tradução da 6. ed.original]

WRIGHT, Julian. *Access pricing under competition: an application to cellular networks*. The Journal of Industrial Economics, L(3), 2002.

Anexo I

O raciocínio de Wright (2002) adotado para se chegar à expressão do lucro de terminação, no caso da firma celular monopolista, item 2.3, é generalizado para o caso em que as firmas celulares competem no segundo estágio. Senão, veja que o impacto total de uma mudança em a_i no lucro da firma celular pode ser determinado, utilizando-se, primeiramente, o fato de que o efeito de uma mudança em p_i^a a partir de a_i será determinado independente da variável de escolha x_i no segundo estágio. Ou seja, já que a melhor função resposta (2.2) é determinada sem referência às variáveis de escolha x_1, \dots, x_n , é possível em primeiro lugar determinar como uma mudança em a_i irá afetar o lucro de terminação por assinante. Entretanto, a variação resultante em p_i^a causará uma mudança nas variáveis de escolha no segundo estágio pelo efeito ocorrido no custo unitário das firmas.

Levando-se em conta a função do lucro da firma na forma da equação (2.5) e o teorema do envelope, o impacto total da variação de a_i no lucro da firma celular será igual ao impacto de uma mudança de a_i no lucro de terminação por assinante, multiplicado por quanto um decréscimo no custo da firma afeta seu próprio lucro. Assim, temos que:

$$\begin{aligned}
 (I.1) \quad \frac{d\mathbf{p}_i}{da_i} &= \frac{\partial \mathbf{p}_i}{\partial \mathbf{p}_i^a} \frac{\partial \mathbf{p}_i^a}{da_i} + \sum_{j \neq i} \frac{\partial \mathbf{p}_i}{\partial x_j} \frac{dx_j}{d\mathbf{p}_i^a} \frac{d\mathbf{p}_i^a}{da_i} \\
 &= - \left[\frac{\partial \mathbf{p}_i}{\partial c_i^a} + \sum_{j \neq i} \frac{\partial \mathbf{p}_i}{\partial x_j} \frac{dx_j}{dc_i^a} \right] \frac{d\mathbf{p}_i^a}{da_i}
 \end{aligned}$$

Dado a hipótese A.3, página 16, a expressão entre colchetes será sempre negativa. Então, dp_i/da_i terá sempre o mesmo sinal de dp_i^a/da_i e o lucro p_i de cada firma celular será maximizado, otimizando-se p_i^a . A partir da equação (2.8), chega-se a este resultado com $a_i = a^D$.

Assim, na hipótese de competição e preços diferenciados nas chamadas fixas-móveis, as firmas celulares tenderão a maximizar seu lucro de terminação por assinante, conseqüentemente, reduzindo seu custo unitário. Dado que o efeito estratégico de reduzir seu próprio custo unitário (em termos de competição no segundo estágio) não contrapõe o benefício direto da maior lucratividade marginal, então, o monopólio se sustenta.

Wright (2002) estabelece, então, a seguinte proposição, formalizando este resultado:

Dado (A3) e preços diferenciados nas chamadas fixas-móveis, cada firma celular irá estabelecer sua tarifa de interconexão no nível de monopólio a^D .

A título de exemplo, tal proposição pode ser colocada em termos de duas firmas que competem em preços. Quando uma firma aumenta sua tarifa de interconexão, aumentando seu lucro de terminação, torna seus clientes mais valiosos. A fim de capturar mais clientes, ela reduz seu preço no varejo. Em outras palavras, o aumento do lucro de terminação, simultaneamente, leva à redução dos custos unitários. O resultado decorre da hipótese A.2, página 16, ou seja, um decréscimo nos custos unitários leva a firma a reduzir seu preço de varejo.

O derivativo da equação (1.1) pode ser reescrito como:

$$(1.2) \quad \frac{d\mathbf{p}_i}{da_i} = \left[q_i - (p_i - c_i^a) \frac{\partial q_i}{\partial p_j} \frac{dp_j}{dc_i^a} \right] \frac{d\mathbf{p}_i^a}{da_i}$$

Dado que os preços são estrategicamente complementares, a firma rival irá também reduzir seu preço no varejo. Visto que uma pequena mudança no preço da firma i não irá afetar seu lucro (seu preço já está fixado na maximização do lucro - segue também do teorema do envelope), o único efeito no lucro será o do decréscimo no preço da firma j . Isso irá decrescer o número de assinantes da firma i , e, conseqüentemente, irá diminuir o lucro da firma i na extensão da sua margem por cada assinante.

Note que, se a firma não ganha nenhuma margem no varejo, ou seja, $p_i = c_i^a$, (1.2) pode ser simplificada para:

$$(1.3) \quad \frac{d\mathbf{p}_i}{da_i} = q_i \frac{d\mathbf{p}_i^a}{da_i}$$

Neste caso, uma mudança no número de assinantes da firma devido a uma alteração no preço da firma rival não terá efeito algum sobre o lucro da firma. Então, o efeito estratégico não existirá e apenas o efeito direto permanece. Cada firma celular irá simplesmente estabelecer sua tarifa de interconexão no nível de monopólio a^D . Isso é consistente com o resultado encontrado por Armstrong¹⁷, em que, sob competição perfeita e preços diferenciados, as firmas celulares irão estabelecer as tarifas de interconexão no nível de monopólio.

Com competição imperfeita, as firmas irão ganhar margem positiva no segundo estágio. Utilizando $\partial \mathbf{p}_i / \partial p_i = 0$, (1.2) pode ser reescrita como:

¹⁷ Apud Wright (2002)

$$(1.4) \quad \frac{d\mathbf{p}_i}{da_i} = q_i \left[1 + \frac{\frac{\partial q_i}{\partial p_j} dp_j}{\frac{\partial q_i}{\partial p_i} dc_i^a} \right] \frac{d\mathbf{p}_i^a}{da_i}$$

A equação (1.4) mostra porque, sob condições normais, a assunção (A3) é consistente para uma estrutura de preços de duopólio. O efeito direto de reduzir os custos unitários em uma unidade monetária irá aumentar os lucros também em uma unidade monetária. Este seria o primeiro termo entre colchetes da equação. Geralmente, o decréscimo nos lucros em função do efeito estratégico, segundo termo entre colchetes, é menor do que uma unidade monetária. Isso é verdade por duas razões: primeiro, a firma j irá provavelmente reduzir seu preço em magnitude menor que uma unidade. Mesmo que a firma i reduza seu preço na razão de um para um em relação aos seus custos unitários, a alteração nos preços da firma j será proporcionalmente menor do que a firma i; segundo, mesmo que a firma rival de fato reduza seu preço em uma unidade monetária, isso terá um menor impacto na demanda da firma i do que a própria redução de preço da firma i, sempre que o efeito-preço da demanda for maior do que o efeito-preço cruzado. Estas propriedades sugerem que o segundo termo entre colchetes na equação (1.4) será normalmente maior que menos um, para que o termo entre colchetes seja sempre positivo. Assim, o preço ótimo da tarifa de interconexão é determinado por $d\mathbf{p}_i^a / da_i = 0$, como no caso das firmas não ganharem margem [ver equação (1.3)].

Quando as firmas competem em quantidades, conforme o modelo de Cournot, o resultado acima também prevalece, mesmo nas situações mais gerais. Se uma firma A aumenta sua lucratividade marginal ao aumentar seu lucro de terminação por assinante, isso irá aumentar seu próprio produto (assunção A.1, página 16), e então decrescerá o nível de produto da firma B (se as quantidades forem estrategicamente

substitutas). Na medida que um decréscimo no nível de produto da firma B aumenta o lucro da firma A, o efeito indireto reforça o efeito direto. Assim, a firma A permanecerá ainda maximizando seu lucro de terminação por assinante e, conseqüentemente, seu lucro ao estabelecer sua tarifa de interconexão no nível de monopólio.