

**ADELAIDE DUARTE E JOÃO SOUSA ANDRADE** HISTERESE DA TAXA DE DESEMPREGO DE EQUILÍBRIO

**JOÃO REBELO E VICTOR MENDES** O USO DO FACTOR TRABALHO NO SECTOR BANCÁRIO PORTUGUÊS

**MARTA SIMÕES** A UTILIZAÇÃO DE DADOS SECCIONAIS, CRONOLÓGICOS E MISTOS NO ESTUDO DA CONVERGÊNCIA REAL NA UE

**CARLOS CARREIRA** ECONOMIAS DE ESCALA NAS TELECOMUNICAÇÕES CELULARES PORTUGUESAS

**NUNO VALÉRIO** HISTÓRIA E INCERTEZA

**JOAQUIM FEIO** HAVERÁ UMA «MICROECONOMIA DA DROGA»?

## Economias de escala nas telecomunicações celulares portuguesas



Carlos M. G. Carreira Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra

### resumo

### résumé / abstract

**Este trabalho investiga o grau de economias de escala, os custos marginais e os custos médios, nas empresas de telecomunicações móveis digitais, com base na função de custo translog. Os resultados permitem-nos concluir que os operadores estão localizados na zona de economias de escala crescentes e custos marginais decrescentes, tornando-se estes praticamente constantes a partir dos 3,5 milhões de assinantes. Assim, para uma maior eficiência produtiva, este mercado deveria permanecer duopolista.**

Dans cet article, on effectue des recherches sur le degré d'économies d'échelle, les coûts marginaux ainsi que les coûts moyens dans les entreprises de télécommunications mobiles digitales, sur la base de la fonction de coût *translog*. Les résultats permettent de conclure que les opérateurs se trouvent dans la zone d'économies d'échelle croissantes et de coûts marginaux décroissants, ces derniers devenant pratiquement constants à partir de 3 500 000 abonnés. Aussi et ce, afin d'obtenir une plus grande efficacité productive, ce marché devrait-il rester duopolistique.

This paper investigates the degree of scale economies, average costs and marginal costs in the cellular telephone firms in Portugal. We estimated the translog cost function. The results reveal that cellular telephone firms are operating in the zone of increasing returns to scale and decreasing marginal costs. The marginal costs are practically constant above 3.5 million subscribers. In terms of the cost of an individual subscriber, it seems that the market should remain duopolistic.



## 1. Introdução\*

As telecomunicações móveis digitais constituem um caso de sucesso de mercado em Portugal. Tendo entrado em funcionamento em 1992, conheceram uma taxa de crescimento anual sempre superior a 100%, terminando o ano de 1998 com 3,1 milhões de clientes e uma taxa de penetração em relação à população portuguesa de 31%.

*Em Setembro de 1998, a Optimus inicia a exploração comercial do serviço de telecomunicações móveis terrestre, depois de lhe ter sido atribuída a terceira licença de operação no mercado, pelo Instituto das Comunicações de Portugal, em 1997. Com o presente estudo, pretende-se questionar, do ponto de vista dos custos, a racionalidade da decisão de atribuição desta terceira licença.*

Para dar resposta a esta questão iremos estimar a função de custo translogarítmica, utilizando dados em painel de dois operadores (Telecel e TMN), para o período 1993-98. Com base na função de custo estimada, iremos calcular o grau de economias de escala, os custos marginais e os custos médios.

Os resultados alcançados indicam-nos que a Telecel e a TMN estão a operar na zona de economias de escala crescentes. Os custos médios e marginais estimados são decrescentes, tornando-se quase horizontais a partir dos 3,5 milhões de assinantes.

O texto encontra-se organizado da seguinte forma. Na secção 2, para uma breve contextualização do estudo, é caracterizada a indústria de telecomunicações celulares em Portugal, descrevendo a regulação do mercado e a evolução da indústria. Na secção 3, expõe-se a metodologia utilizada, discutindo, em particular, a unidade de medida da produção, a função de custo e o método de estimação. Na secção 4 reportam-se os resultados. A secção 5 conclui o trabalho e discute as suas implicações na política de regulamentação.

## 2. A Indústria de telecomunicações celulares em Portugal

### 2.1. Regulação

*De acordo com o estabelecido no n.º 1, do artigo 5.º, da Lei n.º 91/97 (Lei de Bases das Telecomunicações), em matéria de telecomunicações, compete ao Estado português «a definição das linhas estratégicas e das políticas gerais, a aprovação da legislação aplicável ao sector, a superintendência e a fiscalização das telecomunicações e da actividade dos operadores de telecomunicações.»*

O Instituto das Comunicações de Portugal (ICP) é o órgão regulador do sector das comunicações (n.º 2, do artigo 5.º, da Lei n.º 91/97) e exerce a sua acção na tutela do Ministério do Equipamento, do Planeamento e da Administração do Território. Foi criado em 1981, pelo Decreto-Lei n.º 188/81. No entanto, só iniciou a sua actividade em 1989, com a aprovação dos seus estatutos, pelo Decreto-Lei n.º 283/89, posteriormente alterado pelos Decretos-Leis n.º 379/90, 165/92, 95/96 e 100/98. «Tem por finalidade o apoio ao Governo na coordenação, tutela e planeamento do sector das comunicações de uso público, bem como a representação desse sector e a gestão do espectro radioeléctrico» (n.º 2, do artigo 1.º, do Decreto-Lei n.º 283/89). O ICP actua em três grandes áreas: *i) assessoria ao Governo*, no domínio das medidas de política de comunicações, preparação de legislação e pareceres, representação do Estado Português em organismos internacionais e cooperação internacional; *ii) regulação do mercado*, no domínio da organização do sector, atribuição e supervisão de licenças e autorizações, estabelecimento de preços, consignação de frequências, controlo da qualidade dos serviços, resolução de conflitos e defesa do consumidor; e *iii) técnica*, na gestão do espectro radioeléctrico, fiscalização, aprovações e homologações de equipamentos de comunicações.

\* O autor agradece os comentários e as sugestões do Prof. Doutor Paulino Teixeira. Uma primeira versão deste texto foi apresentada ao 8.º Encontro Nacional de Economia Industrial, Lisboa, Janeiro de 2000. O autor agradece os comentários dos presentes, bem como os de um *referee* anónimo.

A exploração do serviço de telecomunicações móveis terrestre está regulamentada pela Portaria nº 240/91, com as alterações introduzidas pela Portaria nº 443-A/97.

O serviço de telefonia móvel (telemóvel) foi iniciado, em Portugal, em Janeiro de 1989, com a tecnologia analógica, pelos então existentes operadores públicos de telecomunicações: CTT-Correios, Telégrafo e Telefone e TLP-Telefones de Lisboa e Porto. Em Março de 1991, na sequência da reestruturação do sector público de telecomunicações, é constituída a TMN-Telecomunicações Móveis Nacionais, que assegura a continuidade da exploração do serviço de telemóvel de tecnologia analógica. Em Outubro de 1991 e Março de 1992, o ICP atribuiu à Telecel e TMN, respectivamente, duas licenças para a exploração do serviço móvel terrestre utilizando tecnologia digital (serviço de telecomunicações celulares). Em Outubro de 1992, os dois operadores iniciaram a exploração comercial do referido serviço. Em 1997, foi atribuída à Optimus a terceira licença para a prestação do serviço de telecomunicações celulares, iniciando a exploração comercial em Setembro de 1998.

Actualmente, com base no Decreto-Lei nº 381/97, o ICP licenciou aos três operadores, para além da tecnologia *Global System for Mobile Communications* em 900 MHz (GSM 900), a tecnologia *Communications Digital System* em 1800 MHz (DCS 1800).

## 2.2. Evolução do mercado

O desenvolvimento do mercado de telecomunicações celulares constitui um caso de sucesso na indústria de telecomunicações portuguesa. A rede digital entrou em funcionamento em Outubro de 1992, possuindo no final desse ano 11,8 mil assinantes, ou seja, 31,7% do mercado de telemóveis (Quadro 1). Em menos de um ano de funcionamento, o número de clientes da rede digital tornou-se superior ao da rede analógica, terminando o ano de 1993 com 69,4% do mercado, que possuía 101,2 mil assinantes. No final de 1998, existiam 3,1 milhões de assinantes no mercado de telecomunicações móveis terrestres, dos quais 99,9% pertenciam à rede digital. Este número é significativo, comparado com o número de postos de telecomunicações principais da rede fixa existentes no final de 1998: 4,1 milhões. Entre 1993 e 1998, o mercado de telecomunicações móveis digitais teve uma taxa de crescimento média anual de 113%.

**Quadro 1 – Número de assinantes, minutos de conversação e chamadas realizadas**

		Un.	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Nº de assinantes	Tecnologia analógica	10 <sup>3</sup>	25,4	31	24,8	17,7	12,9	7,6	1,9
	Tecnologia digital	10 <sup>3</sup>	11,8	70,2	148,8	322,1	650,7	1 499,4	3072,7
	Total	10 <sup>3</sup>	37,2	101,2	173,6	339,8	663,6	1 507,0	3074,6
Taxa de crescimento	Tecnologia analógica	%	101,6	22,0	-20,0	-28,6	-27,1	-41,1	-75,0
	Tecnologia digital	%		494,9	112,0	116,5	102,0	130,4	104,9
	Total	%	195,2	172,0	71,5	95,7	95,3	127,1	104,0
Chamadas realizadas	Total	10 <sup>6</sup>				323	688	1 546	2 707
	Por cliente	un.				951	1037	1026	880
Minutos de conversação	Total	10 <sup>6</sup>				436	787	1 550	2 758
	Por cliente	un.				1283	1186	1029	897



Como seria de esperar, o crescimento do mercado tem sido feito graças à conquista de novos clientes que utilizam menos o telemóvel. Com efeito, o crescimento do número de assinantes foi acompanhado pelo crescimento do número de chamadas realizadas e dos minutos de conversação, mas a uma taxa ligeiramente inferior. Em 1995, realizaram-se 323 mil chamadas e, em 1998, 2,7 milhões, o que se traduziu numa variação média anual de 103% (Quadro 1). O tráfego telefónico atingiu, em 1998, os 2,8 milhões de minutos de conversação, que comparados com os 436 mil de 1995, representam uma taxa de crescimento média anual de 85%.

O mercado português acompanhou a tendência do mercado europeu e mundial. Segundo a *International Telecommunication Union* (ITU), em 1990, existiam 11,2 milhões de utilizadores mundiais de telecomunicações celulares, em 1996, 142 milhões e estima-se que em 2000 sejam 500 milhões. O continente europeu contribui com 25,5% do total de clientes mundiais, enquanto o americano atinge uma quota de mercado de 38% e o asiático de 32,5% (ITU, 1996).

A taxa de penetração das telecomunicações móveis terrestres em relação à população total portuguesa era, no final de 1998, de 30,9%. Na mesma data, a taxa de penetração das telecomunicações da rede fixa era de 41,6%. Segundo a *European Radiocommunications Office* (ERO), em Julho de 1998, a taxa de penetração das telecomunicações celulares portuguesas superava a de muitos países europeus com um PIB *per capita* superior ao nosso. Com uma taxa de penetração superior à nossa, encontram-se os países nórdicos (Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia), a Itália, o Luxemburgo e a Suíça.

Como já referimos, no mercado português de telecomunicações celulares existiam inicialmente dois operadores licenciados: a Telecel e a TMN. O crescimento das duas empresas foi similar e acompanhou a tendência do mercado. Nos diferentes anos, a quota de mercado de cada empresa aproximou-se de 50%. No ano de 1998, o novo operador, a Optimus, em quatro meses de actividade, conquistou 9% do mercado. No entanto, a Telecel e a TMN não deixaram de crescer a uma taxa significativa, 84% e 87%, respectivamente (Quadro 2).

**Quadro 2 – Número de assinantes e quota de mercado**

		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
TMN	Nº de assinantes	29 496	61 996	84 940	170 823	332 263	76 706	1 425 676
	Taxa de crescimento		110,2%	37,0%	101,1%	94,5%	129,2%	87,2%
	Quota de Mercado	79,2%	61,2%	49,0%	49,1%	50,1%	50,5%	46,4%
Telecel	Nº de assinantes	7 766	39 235	88 568	177 360	331 388	745 252	1 370 566
	Taxa de crescimento		405,2%	125,7%	100,3%	86,8%	124,9%	83,9%
	Quota de Mercado	20,8%	38,8%	51,0%	50,9%	49,9%	49,5%	44,6%
Optimus <sup>(a)</sup>	Nº de assinantes							278 358
	Quota de Mercado							9,1%
Total		37 262	101 231	173 508	348 183	663 651	1 506 958	3 074 600

<sup>(a)</sup> Valor obtido por diferença do número de clientes dos outros operadores e do total de mercado.  
Fonte: Telecel e TMN.

A maioria dos países europeus também tem seguido uma política de abertura do mercado a mais de um operador, independentemente da sua dimensão e taxa de penetração. Nos países da União Europeia, esta política de liberalização foi incentivada pela Comissão através da directiva 96/2. No entanto, existem diferenças substanciais entre países. A Finlândia e a Holanda, com mercados de dimensão absoluta igual ao português, possuem, respectivamente, cinco e seis operadores. A Alemanha e a Itália, os dois maiores mercados europeus, com mais de 10 milhões de assinantes cada, possuem quatro e dois operadores, respectivamente. Os mercados da Irlanda e do Luxemburgo, com menos de um milhão de assinantes, possuem dois operadores.



### 3. Metodologia e dados

#### 3.1. Produção

Ao estudar-se a produção da indústria de telecomunicações celulares, a primeira questão que se coloca é a de saber se deveremos tratar os operadores de telemóvel como empresas uniproduto ou multiproduto. Numa revisão da literatura sobre aplicações econométricas da função translog às empresas de telecomunicações de rede fixa, Kiss e Lefebvre (1987) identificam modelos uniproduto e multiproduto. Nos modelos multiproduto, adoptam-se geralmente como produtos os serviços de chamada local e de longa distância. Gentzoglani (1993) e Oum e Zhang (1995), na estimação da função de custo do operador da rede fixa canadiana, Alberta Government Telephones, e no estudo da eficiência da indústria de telefones norte-americana, respectivamente, também consideram que as empresas são multiproduto. Na análise do comportamento concorrencial da indústria de telemóveis dos Estados Unidos, Parker e Röller (1997) consideram apenas um produto, ao contrário de McKenzie e Small (1997) que consideraram duas hipóteses, a da existência de um único produto e a da existência de um índice de produção agregado.

A desvantagem dos modelos multiproduto deve-se ao extenso número de parâmetros necessários a estimar. A utilização de uma única unidade de medida de *output* reduz drasticamente este número. Apesar dos operadores poderem ser considerados empresas multiproduto, dada a reduzida dimensão do painel de que dispomos, iremos tratar a indústria de telecomunicações celulares como sendo uniproduto ou, o que é equivalente, como possuindo um índice de produção agregado. Esta opção tem ainda a vantagem de permitir contornar facilmente a distorção dos dados empíricos sobre a produção, originada pela prática por parte dos operadores de diferentes métodos contabilísticos e diferentes políticas comerciais. Por exemplo, a venda de «telemóveis com carregamento» pode ser contabilizada só como vendas ou separando a venda de equipamento do carregamento que é uma prestação de serviços de comunicações. Do ponto de vista comercial, por vezes, os operadores vendem os equipamentos abaixo de custo cobrando posteriormente uma trimestralidade que é contabilizada como prestação de serviços. Outras vezes, sedem o equipamento gratuitamente em contrapartida do pagamento de uma mensalidade também contabilizada como prestação de serviços.

Esta decisão metodológica não introduz alterações nas nossas conclusões. A medida de economias de escala que propomos em (8) é equivalente à de economias de escala globais das empresas multiproduto (Carreira, 1999). Assim, se considerarmos que o crescimento dos operadores se faz com a variação proporcional dos diferentes *outputs*, hipótese perfeitamente aceitável, as conclusões obtidas com a utilização de um índice de produção agregado são iguais às que se obteriam com uma empresa multiproduto.

Para que a tecnologia possa ser representada por um índice de produção agregado,  $y = f(y_1, \dots, y_i)$ , é necessário que exista separabilidade entre *inputs* e *outputs*, permitindo transformar a função de custo numa função em que os produtos individuais são agregados numa única variável,

$$C(y_1, \dots, y_m, w_1, \dots, w_n) = C[f(y_1, \dots, y_m), w_1, \dots, w_n] = C(y, w_1, \dots, w_n). \quad (1)$$



Assim, a hipótese de utilização de uma única medida de produção deveria primeiro ser testada, para podermos concluir se esta é ou não uma representação adequada da produção<sup>1</sup>. A referida limitação de dados não nos permite realizar este teste.

A segunda questão que se levanta é a da escolha da unidade de *output*. Gentzoglani (1993) e Oum e Zhang (1995) utilizam o rendimento como medida da produção, sendo o volume de produção determinado pela divisão do rendimento anual de cada serviço pelo respectivo índice de preços. McKenzie e Small (1997), por seu turno, estimam o índice de produção com base no rendimento e no número de assinantes.

A utilização do rendimento como unidade de *output* implica que se considere o rendimento exógeno e, conseqüentemente, as empresas como *price-takers*, hipótese pouco aceitável neste mercado oligopolista, em que, por definição, existe um comportamento estratégico entre as empresas.

Observando a estrutura de proveitos, quer o rendimento gerado pelas vendas de mercadorias, quer o rendimento resultante da prestações de serviços possuem uma forte correlação com o número de assinantes, com um coeficiente de 0,85 e 0,97, respectivamente (Quadro 3). Para a verificação da estabilidade do rendimento total por assinante, McKenzie e Small (1997) sugerem a realização de um teste *t*, em que a hipótese nula é a de média zero de  $d_{ij}$  ( $H_0: \bar{d}=0$ ), onde,

$$d_{ij} = \frac{ass_{i+1,j}}{ren_{i+1,j}} - \frac{ass_{i,j}}{ren_{i,j}}, \text{ para } i = 1, \dots, 6, j = 1, 2, \quad (2)$$

e *ass* e *ren* são o número de assinantes e o rendimento total, respectivamente. Ao nível de significância de 1% é de aceitar a hipótese nula, ou seja, que ao longo do tempo existe estabilidade na rácio entre assinantes e rendimento. No nosso trabalho, iremos utilizar o número de assinantes como unidade de *output*, em alternativa à utilização do rendimento.

**Quadro 3 – Correlação entre número de assinantes e receitas**

	Nº de assinantes	Total de receitas	Venda de mercadorias	Prestação de serviços
Nº de assinantes	1,000	0,976	0,852	0,969
Total de receitas		1,000	0,853	0,996
Venda de mercadorias			1,000	0,803
Prestação de serviços				1,000

Nota: Dados por empresa, anuais, para o período 1992-1998.

Fonte: Telecel e TMN.

Parker e Röller (1997) adoptam como unidade de produção o número de células porque não dispõem do número de assinantes. Segundo Ruiz (1995), as células são um factor determinante para a formação dos custos operacionais. Quando o tráfego de uma célula ultrapassa a sua capacidade, o operador reduz a sua dimensão e introduz novas células, permitindo a reutilização de novas frequências de rádio. Assim, existe uma relação directa entre o número de assinantes e

<sup>1</sup> Adiante-se que na função de custo translog, é condição suficiente para que exista separabilidade, o facto de os coeficientes que estabelecem a relação entre os *ouputs* e os preços dos *inputs*,  $\delta_{ij}$ , em (4), serem iguais a zero (Truett *et al.*, 1994).

o número de células, representando cada célula, no máximo, entre 1100 e 1300 assinantes (Parker e Röller, 1997). No nosso caso, só dispomos da informação do número de células da TMN, que possuía cerca de uma célula por cada 1000 assinantes, no final de 1998. Para esta empresa, verifica-se uma elevada correlação entre o número de células, e o número de assinantes e o total de custos operacionais, 0,980 e 0,962, respectivamente (Quadro 4).



**Quadro 4 – Correlação entre assinantes, estações base e custos operacionais**

	Número de assinantes	Número de estações base	Custos operacionais
Número de assinantes	1,000	0,980	0,970
Número de estações base		1,000	0,962
Custos operacionais			1,000

Nota: Dados anuais, para o período 1992-1998.

Fonte: TMN.

Sem dúvida que a unidade de produção dos serviços de telecomunicações celulares mais adequada é o número de minutos de conversação (McKenzie e Small, 1997). Para estudar a eficiência da indústria de telecomunicações da rede fixa da Nova Zelândia, Boer e Evans (1996), utilizaram o total de minutos de conversação das chamadas locais e das de longa distância, como unidade de produção. Infelizmente, em Portugal, os operadores de telemóvel não publicam o total de minutos de conversação. Dispomos somente dos dados trimestrais publicados pelo ICP, para o total do mercado. Para o período compreendido entre o primeiro trimestre de 1996 e o último trimestre de 1998, existe uma elevada correlação entre o número de assinantes e os minutos de conversação, com um coeficiente de 0,994, e o número de chamadas realizadas, com um coeficiente de 0,986 (Quadro 5).

**Quadro 5 – Correlação entre assinantes, minutos de conversação e chamadas realizadas**

	Número de assinantes	Minutos de conversação	Chamadas realizadas
Número de assinantes	1,000	0,994	0,986
Minutos de conversação		1,000	0,996
Chamadas realizadas			1,000

Nota: Dados do mercado total de telemóveis, trimestrais, para o período 1996:1–1998:4.

Fonte: ICP.

Podemos, pois, concluir que o número de assinantes é uma boa unidade de produção, dado que possui uma elevada correlação com o rendimento, com os minutos de conversação, com o número de chamadas realizadas e com o número de células. Como conhecemos o número de assinantes da Telecel e TMN, para todo o período em análise, iremos adoptar esta medida no nosso estudo.

### 3.2. Função de custo

A produção dos serviços de telecomunicações celulares ( $y$ ), envolve a utilização de diferentes factores produtivos que iremos agrupar em capital ( $k$ ), trabalho ( $l$ ) e matérias ( $m$ ). Esta também foi a opção de Evans e Heckman (1984), Denny e Fontenay (1988), Gentzoglanis (1993), Martins (1994), Oum e Zhang (1995) e Boer e Evans (1996). McKenzie e Small (1997) consideraram que as empresas de telecomunicações celulares consumiam capital, *marketing* e outros factores. Parker e Röller (1997) consideraram o consumo de trabalho, energia, capital e outros factores.





A função de custo total das empresas de telecomunicações celulares pode escrever-se:

$$C = f(y, w_k, w_l, w_m), \tag{3}$$

onde  $w_k, w_l$  e  $w_m$ , representam, respectivamente, o preço dos factores capital, trabalho e matérias. Nesta formulação assume-se que os operadores de telemóvel têm, individualmente, acesso à mesma tecnologia.

Para que (3) seja uma representação teoricamente válida da função de custo, C deverá ser: uma função não negativa; homogénea de grau um, não decrescente, côncava e contínua relativamente a  $w_i$  ( $i = k, l, m$ ); e não decrescente e contínua em relação a  $y$  (Diewert, 1982).

A aplicação empírica da função de custo (3) necessita da modelização da tecnologia através de uma forma funcional flexível. A função de custo transcendental logarítmica (translog), é uma das mais utilizadas na indústria de telecomunicações. Evans e Heckman (1984), Gentzoglani (1993), Martins (1994), Oum e Zhang (1995) e McKenzie e Small (1997), são alguns dos investigadores que a aplicaram nos seus estudos<sup>2</sup>.

A função de custo translog resulta de uma aproximação em série de Taylor de segunda-ordem da verdadeira função em torno de um ponto arbitrário, onde admite primeira e segunda derivada contínua. No nosso caso, escreve-se:

$$\ln C = \alpha_0 + \alpha_y \ln y + \sum_{i=1}^3 \beta_i \ln w_i + \frac{1}{2} \alpha_{yy} \ln^2 y + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} \ln w_j + \sum_{i=1}^3 \beta_{yi} \ln y \ln w_i, \tag{4}$$

onde  $i, j = k, l, m$ . As equações de proporção dos custos são-nos dadas por (Carreira, 1999):

$$SH_i = \beta_i + \sum_{j=1}^3 \beta_{ij} \ln w_j + \delta_{yi} \ln y, \tag{5}$$

em que  $SH_i$  representa a proporção do custo despendida na compra do iésimo factor produtivo. Impõe-se à função (4) a simetria dos parâmetros de 2ª ordem:

$$\beta_{ij} = \beta_{ji}, \forall i \neq j. \tag{6}$$

Para assegurar que a função é linearmente homogénea nos preços dos factores, deverá ainda impor-se as seguintes restrições:

$$\sum_{i=1}^3 \beta_i = 1 \text{ e } \sum_{i=1}^3 \beta_{ij} = \sum_{i=1}^3 \beta_{yi}. \tag{7}$$

A restrição (7) obriga a que um dos preços dos factores seja tomado como numerário. No nosso caso, quer o custo total quer os preços dos factores capital e trabalho foram expressos em relação ao preço das matérias.

<sup>2</sup> Veja-se também outras referências feitas por Kiss e Lefebvre (1987) e Curien e Gensollen (1992).



### 3.3. Economias de escala

Na função de custo uniproduto, as economias de escala ( $S$ ) correspondem ao inverso da elasticidade do custo relativamente ao produto ( $\eta_y$ ) (Bailey e Friedlaender, 1982):

$$S = \frac{AC(y, w)}{MC(y, w)} = \frac{1}{\eta_y} \quad (8)$$

em que  $AC(y, w) = C(y, w)/y$  é o custo médio e  $MC(y, w) = \partial C(y, w)/\partial y$  o custo marginal, com (Carreira, 1999):

$$\eta_y = \alpha_y + \alpha_{yy} \ln y + \sum_{i=1}^3 \delta_{yi} \ln w_i \quad (9)$$

As economias de escala serão crescentes, constantes ou decrescentes, se  $S$  for maior, igual ou menor do que a unidade, respectivamente.

### 3.4. Dados

Os dados sobre o funcionamento dos operadores de telemóvel foram obtidos a partir dos *Relatórios e Contas* da Telecel e TMN, de 1993 a 1997. Para o ano de 1998, as informações foram fornecidas directamente pela Portugal Telecom<sup>3</sup> e pela Telecel. Apesar da existência de informação disponível, não se incluiu o ano de 1992, dado ser o ano de instalação e início de actividade da tecnologia digital. Os dados recolhidos referem-se, portanto, a seis períodos, totalizando 12 observações.

As informações contidas nos *Relatórios e Contas* da TMN não permitem separar os dados por tipo de tecnologia<sup>4</sup>. No entanto, a distorção introduzida pelo facto de se assumirem os valores como sendo todos da tecnologia digital é mínima, dado o baixo peso, e decrescente, que a tecnologia analógica assume na actividade das telecomunicações móveis.

O número de assinantes, variável adoptada como unidade de *output*, é divulgado pelos operadores.

Iremos utilizar como variável dependente o total de custos, que compreende a soma dos custos de capital, trabalho e matérias. Está expresso a preços de 1993 e foi deflacionado pelo índice de preços no consumidor das comunicações telefónicas (IPCC).

O preço do capital foi obtido pela divisão entre despesas de capital e o *stock* de capital. Assumiu-se como *stock* de capital o total do activo líquido médio, deduzido das imobilizações financeiras. Para o cálculo das despesas de capital, adicionaram-se as amortizações e o custo de oportunidade do capital (Christensen e Huston, 1987). Para este último, tomou-se como referência a taxa de juro média anual das operações activas a mais de cinco anos, dos bancos de segunda ordem, fornecida pelo Banco de Portugal.

O preço do factor trabalho (salário médio anual) foi determinado pela divisão entre os encargos suportados anualmente pelas empresas com salários e contribuições sociais e o número médio de pessoal.

O custo das matérias foi obtido através da soma dos custos anuais suportados com a aquisição de mercadorias e matérias, fornecimentos e serviços externos, e outros custos operacionais (ou seja, o total de custos operacionais menos os custos com o pessoal, amortizações e provisões). O preço do factor matérias refere-se, portanto, ao preço ponderado de uma enorme diversidade

3 A TMN é uma empresa do Grupo Portugal Telecom.

4 A Telecel opera apenas com a tecnologia digital.



de factores produtivos. Deste cabaz de bens e serviços destacam-se os custos de interligação pelo seu elevado peso, pelo que assumimos como indicador do seu preço o IPCC.

No Quadro 6 apresenta-se a descrição estatística das variáveis, para uma amostra de dois indivíduos, ao longo de seis períodos consecutivos.

**Quadro 6 – Estatísticas descritivas da amostra**

Variáveis	Média	Desvio-padrão	Valor mínimo	Valor máximo
$C$ – Custo total (contos/ano)	38 954	24 438 688	13 872 575	85 891 715
$y$ – Número de assinantes	465 814	499 463	39 235	1 425 676
$w_k$ – Preço do capital	0,2174	0,0260	0,1636	0,2460
$w_l$ – Preço do trabalho (contos)	4 953,14	838,55	3 736,86	6 056,21
$SH_k$ – Proporção do capital	0,2508	0,0672	0,1492	0,3719
$SH_l$ – Proporção do trabalho	0,0641	0,0186	0,0348	0,0871
$SH_m$ – Proporção de matérias	0,6851	0,0770	0,5460	0,8161

Nota: O custo total e os preços dos factores capital e trabalho estão expressos a preços das matérias (IPCC).  
Fonte: Telecel e TMN.

Quer o custo total quer o produto apresentam um desvio-padrão muito elevado relativamente à média. Este facto reflecte a grande taxa de crescimento que as empresas exibiram ao longo do período em análise. O custo total mais baixo observado foi de 13,9 milhões de contos e o mais elevado de 85,9 milhões de contos, para uma média de 39,0 milhões de contos. O número de assinantes médio foi de 465,8 mil e o valor mínimo e máximo observados foram, respectivamente, de 39,2 e 1425,7 mil.

O custo do factor capital representa, em média, 25,1% do custos total, para um máximo de 37,2% e um mínimo de 14,9%. O custo com o pessoal não excede em média os 6,4%. O custo do factor matérias ascende aos 68,5%. A elevada proporção deste custo é justificada pelo facto de se incluírem aqui os custos de interligação e os custos das mercadorias vendidas<sup>5</sup>.

O Quadro 7 contém os valores das variáveis, por empresa, para os anos de 1993 e 1998, e as respectivas taxas anuais médias de crescimento. O custo total da Telecel cresceu anualmente 42,6%, enquanto o número de assinantes aumentou 103,5%. Na TMN, a taxa de crescimento anual do custo total foi de 39,6% e a do número de assinantes de 87,2%. O preço relativo do factor capital diminuiu 4,5% e 5,3%, ao ano, para a Telecel e TMN, respectivamente. O preço relativo do factor trabalho cresceu anualmente, respectivamente, 3,0% e 7,7%. Nas duas empresas, o peso no custo total dos factores capital e trabalho diminuiu e o das matérias aumentou. Este aumento deve-se sobretudo ao elevado crescimento do tráfego telefónico, com reflexos nos custos de interligação e nos custos de mercadorias vendidas.

<sup>5</sup> Para a Telecel, os custos de interligação e os custos das mercadorias vendidas totalizam cerca de 2/3 do custo de matérias, representando cada 1/3.

Quadro 7 – Evolução das variáveis, por empresa, entre 1993 e 1998

Variáveis	Telecel			TMN		
	1993	1998	Taxa anual crescimento	1993	1998	Taxa anual crescimento
$C$ – Custo total (contos/ano)	14.558.873	85.891.715	42,6%	13.872.575	73.465.894	39,6%
$y$ – Número de assinantes	39.235	1.370.566	103,5%	61.996	1.425.676	87,2%
$w_k$ – Preço do capital	0,24	0,19	-4,5%	0,21	0,16	-5,3%
$w_l$ – Preço do trabalho (contos)	5.218,93	6.056,21	3,0%	3.736,86	5.416,01	7,7%
$SH_k$ – Proporção do capital	0,3719	0,189345	-12,6%	0,330462	0,162896	-13,2%
$SH_l$ – Proporção do trabalho	0,0821	0,0794	-0,7%	0,0515	0,0468	-1,9%
$SH_m$ – Proporção de matérias	0,5460	0,7313	6,0%	0,6189	0,7903	5,0%

Fonte: Telecel e TMN.

### 3.5. Método de estimação

Para a estimação da função de custo utilizámos um cruzamento de informações *cross-section* com séries temporais, numa *pooling* de seis cortes horizontais de dois operadores de telemóvel, referentes ao período 1993-98.

Os dados foram normalizados à volta da respectiva média, dividindo-se o valor observado de cada variável pela média aritmética respectiva, antes da transformação logarítmica. Assim, a função de custo pode ser entendida com uma aproximação local em série de Taylor, na vizinhança do vector unitário.

O sistema constituído pelas equações (4) e (5), impostas as restrições (6) e (7), foi estimado iterativamente com a técnica SURE (Zellner, 1962), para obtenção de estimadores iguais aos de máxima verosimilhança (Vilares, 1989).

A introdução das equações de proporção, permite aumentar os graus de liberdade, obtendo-se, assim, estimadores mais eficientes. A sua soma é igual a um e a soma dos seus erros igual a zero, originando uma matriz de variâncias-covariâncias indefinida. Como temos três equações de proporção, apenas duas são linearmente independentes, tendo que se omitir uma delas. Durante a estimação, suprimimos a equação referente às matérias, uma vez que o respectivo preço foi utilizado para normalizar os preços dos factores capital e trabalho. Os estimadores de máxima verosimilhança são invariantes num sistema de equações de regressão em que uma delas é eliminada.

Testámos a introdução de uma variável *dummy* por indivíduo. O valor da estatística  $F$ , ao nível de significância de 5%, levou-nos a aceitar a hipótese nula (o modelo restrito). Segundo Baltagi (1995), este resultado permite-nos concluir que o termo constante é igual para os dois indivíduos e que as empresas possuem uma tecnologia idêntica.

Dado o número limitado de observações, não foi possível testar a introdução de uma variável *dummy* por período de tempo. Testou-se a introdução da variável *trend* e do seu logaritmo, mas a estatística  $t$  do parâmetro, em qualquer dos casos, nunca se revelou significativa. O teste  $F$ , ao



nível de significância de 5%, também nos indicou que deveríamos aceitar o modelo restrito.

Testou-se também a hipótese de  $\delta_{yk}$  e  $\delta_{yl}$  assumirem, em conjunto, o valor nulo. O teste Wald, ao nível de significância de 5%, levou-nos a rejeitar a hipótese de separabilidade do produto e dos factores produtivos.

Ao testarmos a concavidade da função de custo, verificámos que a função estimada não era côncava. Para que a função seja côncava é necessário que a matriz Hessiana  $\partial^2 C / \partial w_i \partial w_j$ , cujos elementos  $(i, i)$  são dados por  $(C/w_i^2) (\beta_{ii} + SH_i^2 - SH_i)$  e os  $(i, j)$  por  $(C/w_i w_j) (\beta_{ij} + SH_i SH_j)$  (Lau, 1986), seja semidefinida negativa. Assim, impusemos uma terceira restrição na estimação, a de que o segundo menor principal da matriz Hessiana no ponto de aproximação fosse não negativo (Chiang, 1974)<sup>6</sup>.

#### 4. Análise dos resultados

Os parâmetros estimados da função de custo translog e as respectivas estatísticas *t* encontram-se no Quadro 8. Todos os parâmetros são significativos a 1%, excepto  $\delta_{yl}$  que é significativo a 5%. As variáveis independentes explicam 97,7% da variação da variável dependente.

As formas funcionais flexíveis tendem a violar as propriedades da função de custo em vários pontos da amostra, devendo-se testar localmente o comportamento do modelo. Como a elasticidade do custo em relação ao produto, na média aritmética e em todos os pontos observados, é sempre não negativa, podemos dizer que a função de custo estimada é monótona crescente relativamente ao nível de produção.

**Quadro 8 – Coeficientes estimados e estatísticas *t***

Coeficiente	Variável	Coeficiente estimado	Estatística <i>t</i>
$\alpha_0$	Constante	0,1354	4,745 *
$\alpha_y$	$\ln y$	0,6049	19,940 *
$\beta_k$	$\ln w_k$	0,2434	235,029 *
$\beta_l$	$\ln w_l$	0,0715	69,063 *
$\alpha_{yy}$	$(1/2) \ln^2 y$	0,1020	3,020 *
$\beta_{kk}$	$(1/2) \ln^2 w_k$	-0,8306	-52,287 *
$\beta_{kl}$	$\ln w_k \ln w_l$	-0,1653	-15,194 *
$\beta_{ll}$	$(1/2) \ln^2 w_l$	0,0274	5,723 *
$\delta_{yk}$	$\ln y \ln w_k$	-0,0915	-4,281 *
$\delta_{yl}$	$\ln y \ln w_l$	-0,0130	-2,110 **

Notas: \* Parâmetro significativo a 1%. \*\* Parâmetro significativo a 5%.  $R^2$  da função de custo total = 0,977.  $R^2$  da função proporção do factor capital = 0,856.  $R^2$  da função proporção do factor trabalho = 0,822.

Quanto às elasticidades do custo relativamente aos preços dos factores, na média aritmética, elas são dadas pelos parâmetros de primeira ordem dos preços ( $\beta_j$ ). Estes coeficientes devem ser iguais a  $SH_j$ , hipótese que as estatísticas *t*, ao nível de significância de 5%, nos indicam que

6 O primeiro menor principal verifica, à partida, a condição de não positividade.

devemos aceitar. No ponto de aproximação, para que a função seja não negativa em relação a  $w$ , é condição necessária e suficiente o facto de  $0 \leq \beta_1 + \beta_2 \leq 1$ , o que se verifica. As elasticidades do custo-preço são não negativas em todos os pontos da amostra, pelo que a função de custo estimada é monótona crescente relativamente aos preços dos factores produtivos.

A homogeneidade linear em relação aos preços dos factores foi imposta na estimação através da restrição (6), pelo que se considera satisfeita. Por outro lado, a função translog é sempre não negativa, dado que, para qualquer valor da constante,  $e^{\alpha_0} \geq 0$ . Por fim, a condição de concavidade foi imposta na estimação para o ponto de aproximação. Nos diferentes pontos da amostra, esta condição também se verifica.

Assim, a função translog estimada verifica as propriedades necessárias para ser considerada uma representação teoricamente válida da função de custo, podendo calcular-se a partir dela os graus de economia de escala, os custos marginais e os custos médios.

Como podemos verificar no Quadro 9, as empresas de telecomunicações celulares estão a operar na zona de economias de escala crescentes. No entanto, o seu grau diminuiu entre 1993 e 1998. Para o ano de 1998, cada acréscimo de produção de 1%, mantendo-se constantes os preços dos factores, origina um aumento do custo total da Telecel de 0,72% e da TMN de 0,74%.

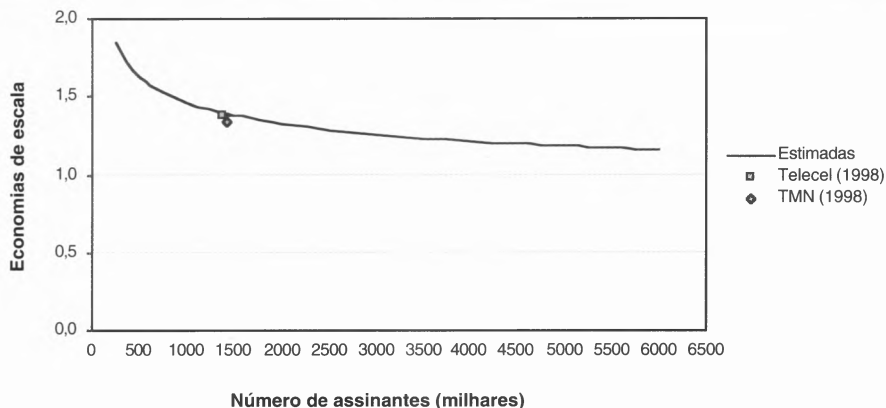
**Quadro 9 – Graus de economia da escala, por empresa, entre 1993 e 1998**

Empresa	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Telecel	2,92	2,37	2,02	1,77	1,52	1,38
TMN	2,47	2,34	2,01	1,75	1,49	1,34

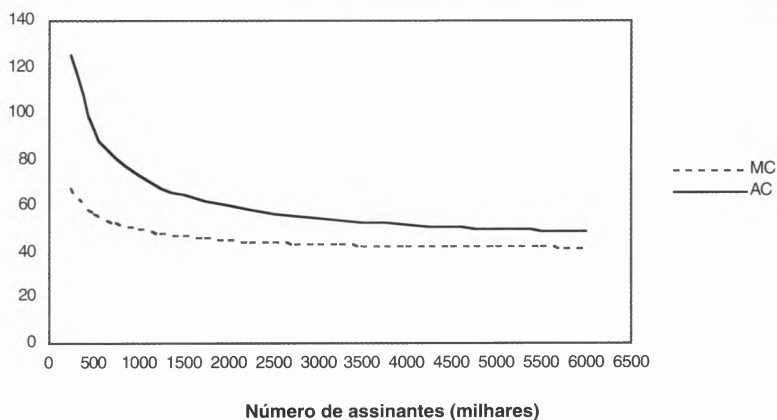
A análise destes resultados requer algum cuidado, dado podermos estar perante a existência de economias de capacidade e não de escala. Verificámos anteriormente que existe uma forte correlação entre o número de estações base e o número de assinantes (Quadro 4), ou seja, a capacidade instalada variou com o aumento da produção. No entanto, ao testarmos a estabilidade quer do número de assinantes quer do rendimento total por estação base, a estatística  $t$  levou-nos a rejeitar esta hipótese ao nível de significância de 5%. A variação do número de assinantes e do rendimento por estação base é significativa nos primeiros anos, estabilizando nos dois últimos anos. A necessidade das empresas garantirem a qualidade de cobertura da sua rede, justifica este excesso de capacidade inicial. Assim, podemos aceitar a hipótese de que nos primeiros anos, os valores do Quadro 9, reflectem também a existência de algumas economias de capacidade, o mesmo não podendo ser afirmado para os últimos anos.

O Gráfico 1 mostra-nos os graus de economia de escala, para diferentes níveis de *output*, calculados a partir dos coeficientes estimados e considerando que os preços dos factores permanecem constantes. Da sua leitura conclui-se que, para os níveis de produção em análise, os operadores estão a produzir com economias à escala crescentes, decrescendo o seu valor com o aumento de actividade.



**Gráfico 1 – Economias de escala**

Como seria de esperar, em face dos valores obtidos para as economias de escala, para os mesmos níveis de *output*, os custos médios são decrescentes e os custos marginais inferiores a estes (Gráfico 2). No entanto, a partir dos 3,5 milhões de assinantes os custos marginais são quase constantes (decrecem muito ligeiramente).

**Gráfico 2 – Custo marginal e custo médio (em contos/ano)**

Para o mercado de telecomunicações celulares dos EUA, McKenzie e Small (1997) estimam deseconomias de escala e Parker e Röller (1997) custos marginais crescentes, valores totalmente diferentes dos nossos.

### 5. Implicações na política de regulamentação

Os dois operadores de telecomunicações celulares, no actual estágio de desenvolvimento tecnológico e de mercado, estão a produzir com custos médios e marginais decrescentes.

Mesmo que duplicassem o actual número de assinantes, ainda assim permaneceriam na zona de economias à escala crescentes. Esta duplicação, por exemplo, representaria um mercado global de 6 milhões de assinantes e uma taxa de penetração próxima dos 60%, valores que não devem provavelmente ser ultrapassados num futuro próximo. Assim, tendo em conta a dimensão actual e potencial do mercado, seria mais eficiente produzir com dois operadores do que com três. Com a presença de uma terceira empresa, o custo por assinante seria sempre superior.

Mas com o aumento da concorrência, será que o comportamento estratégico entre empresas não levará a uma diminuição dos preços e a um aumento da qualidade, traduzindo-se em ganhos de bem-estar significativos? Stoetzer e Tewes (1996) e Valletti e Cave (1998), ao estudarem a concorrência do mercado Alemão e do Reino Unido, respectivamente, verificaram que os operadores rivalizavam mais ao nível da qualidade do que ao nível dos preços. Nos dois países, a passagem de um mercado duopolista para uma estrutura oligopolista com três ou mais empresas, levou ao desenvolvimento de uma política de discriminação de preços, que nem sempre conduziu a uma diminuição do preço médio. Em Portugal, nestes primeiros meses de actividade do novo operador, as empresas parecem dar sinais de que a qualidade e a discriminação de preços são também factores estratégicos muito importantes.

Por outro lado, a redução do nível de preços, em quase todos os países, parece estar mais associada ao crescimento exponencial da procura do que ao incremento da concorrência, com a entrada de novas empresas. Com efeito, nos diferentes mercados europeus, existe uma elevada correlação entre a diminuição de preços e o aumento da procura. Na mesma linha, Glynn (1994) observou que o número de licenças atribuídas, ou seja, o número de operadores, não determina a taxa de crescimento do mercado. Sendo o mercado de telecomunicações celulares caracterizado por uma procura muito elástica, qualquer diminuição do nível de preços leva a um aumento da receita total. Parker e Röller (1997) estimam que o valor da elasticidade da procura é de -2,5. Assim, uma redução dos preços de 10%, leva a um aumento da procura de 25% e da receita total de 12,5%.

A literatura revista não nos demonstra, assim, de forma inequívoca, que existem ganhos de bem-estar significativos com a entrada de novos operadores no mercado. Demonstrou-se, no entanto, que existem economias de escala significativas na produção de serviços de telecomunicações celulares, pelo menos até uma escala claramente acima da actual dimensão do mercado. Não é pois de excluir que, para benefício do custo por assinante, o mercado pudesse permanecer duopolista.







## Referências Bibliográficas

- Bailey, Elizabeth E.; Friedlaender, Ann F. (1982) Market Structure and Multiproduct Industries, *Journal of Economic Literature*, 20, 3, 1024-1048.
- Baltagi, Badi H. (1995) *Econometric Analysis of Panel Data*, Chichester, John Wiley & Sons.
- Boer, David Boles de; Evans, Lewis (1996) The Economic Efficiency of Telecommunications in a Deregulated Market: the Case of New Zealand, *The Economic Record*, 216, 24-35.
- Carreira, Carlos M. (1999) Economias de Escala e de Gama nos Hospitais Públicos Portugueses: uma Aplicação da Função de Custo Variável Translog, *Estudos de Economia*, 19, 3 (no prelo).
- Chiang, Alpha C. (1974) *Fundamental Methods of Mathematical Economics*, 2ª ed., New York, McGraw-Hill.
- Christensen, Laurits; Huston, John (1987) A Reexamination of the Cost Structure for Specialized Motor Carriers, *Logistics and Transportation Review*, 23, 4, 339-351.
- Curien, Nicolas; Gensollen, Michel (1992) *Economie des Télécommunications: Ouverture et Réglementation*, Paris, Economica.
- Denny, Michael; Fontenay, Alain (1988) Cost Pressures and Relative Productivity in Canadian Telecommunications Firms, in Dogramaci, Ali; Färe, Rolf (ed.), *Applications of Modern Production Theory: Efficiency and Productivity*, Boston, Kluwer Academic Publishers, 131-148.
- Diewert, W. E. (1982) Duality Approaches to Microeconomic Theory, in Arrow, Kenneth J.; Intriligator, Michael D. (ed.), *Handbook of Mathematical Economics*, Vol. II, Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 535-599.
- Evans, David S.; Heckman, James J. (1984) A Test for Subadditivity of the Cost Function with an Application to the Bell System, *The American Economic Review*, 74, 4, 615-623.
- Gentzoglani, Anastassios (1993) Entry and Competition in the Canadian Telecommunications Industry: the Case of Alberta Government Telephones, *Atlantic Economic Journal*, 21, 3, 38-46.
- Glynn, Simon (1994) How Many Cellular Licences Should There Be? The Economic Feasibility, *Telecommunications Policy*, 18, 2, 91-96.
- Kiss, Ferenc; Lefebvre, Bernard (1987) Econometric Models of Telecommunications Firms, *Revue Économique*, 38, 2, 307-374.
- Lau, Lawrence J. (1986) Functional Forms in Econometric Model Building, in Griliches, Zvi; Intriligator, Michael D. (ed.), *Handbook of Econometrics*, Vol. III, Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 1515-1566.
- McKenzie, David J.; Small, John P. (1997) Econometric Cost Structure Estimates for Cellular Telephony in the United States, *Journal of Regulatory Economics*, 12, 2, 147-157.
- Martins, Maria L. (1994) *O Sector das Telecomunicações: Estudo Empírico para o Caso Português*, dissertação de mestrado (não publicada), Porto, Faculdade de Economia da Universidade do Porto.
- Oum, Tae H.; Zhang, Yimin (1995) Competition and Allocative Efficiency: the Case of the U.S. Telephone Industry, *The Review of Economics and Statistics*, 77, 1, 82-96.
- Parker, Philip M.; Röller, Lars-Hendrik (1997) Collusive Conduct in Duopolies: Multimarket Contact and Cross-Ownership in the Mobile Telephone Industry, *Rand Journal of Economics*, 28, 2, 304-322.
- Ruiz, L. Keta (1995) Pricing Strategies and Regulatory Effects in the U.S. Cellular Telecommunications Duopolies, in Brock, Gerald W. (ed.), *Toward a Competitive*

*Telecommunication Industry: Selected Papers from the 1994 Telecommunications Policy Research Conference*, Mahwah, Lawrence Erlbaum Associates, 13-46.

Stoetzer, Matthias-W.; Tewes, Daniel (1996) Competition in the German Cellular Market? Lessons of Duopoly, *Telecommunications Policy*, 20, 4, 303-310.

Truett, Lila J. *et al.* (1994) The Translog Cost Function and Import Demand: the Case of Mexico, *Southern Economic Journal*, 60, 3, 685-700.

Valletti, Tommaso M.; Cave, Martin (1998) Competition in UK Mobile Communications, *Telecommunications Policy*, 22, 2, 109-131.

Vilares, Manuel J. (1989) Equivalência Entre os Estimadores SURE e os Estimadores de Máxima Verosimilhança, *Economia*, 13, 293-301.

