

DOCUMENTO DE TRABALHO N.º 2/2003

**O MÉTODO DE FRONTEIRA ESTOCÁSTICA
NA MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA
DOS SERVIÇOS HOSPITALARES:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Francisco Franco

Mário Fortuna

DOCUMENTO DE TRABALHO N.º 2/2003

**O MÉTODO DE FRONTEIRA ESTOCÁSTICA
NA MEDIÇÃO DA EFICIÊNCIA
DOS SERVIÇOS HOSPITALARES:
UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Francisco Franco

Técnico Superior da Secção Regional dos Açores do Tribunal de Contas

Mário Fortuna

Professor Associado do Departamento de Economia e Gestão
da Universidade dos Açores

Fevereiro de 2003

Título: O método de fronteira estocástica na medição
da eficiência dos serviços hospitalares: uma revisão bibliográfica
Autores: Francisco Franco e Mário Fortuna
Copyright © APES e os Autores

Edição da Associação Portuguesa de Economia da Saúde
Telefs. 21 751 21 04/21 757 35 36
Fax 21 757 35 36
email apes@ensp.unl.pt

Não é permitida a reprodução total ou parcial desta brochura,
o seu tratamento informático, transmissão por qualquer
outra forma ou meio electrónico, mecânico, por fotocópia,
registo ou outros métodos, sem a autorização prévia
e por escrito dos titulares do copyright.

Depósito legal n.º 197 111/03
Execução gráfica de Alfanumérico, Lda.

Os pontos de vista expressos neste documento de trabalho são da exclusiva responsabilidade do(s)
autor(es) e não traduzem qualquer posição da Associação Portuguesa de Economia da Saúde.

1. Introdução

A espiral crescente dos custos hospitalares, aliada à opinião generalizada de que o sector público de prestação de cuidados de saúde é economicamente ineficiente, tem captado a atenção dos economistas e governantes para a questão da (in)eficiência hospitalar e respectivas formas de medição.

Dado que os modelos de regressão entretanto desenvolvidos foram alvo de diversas críticas, tem-se assistido, nas últimas décadas, a evoluções técnicas que têm proporcionado aos analistas a identificação do nível máximo de produto, dada a quantidade de factores produtivos empregues, bem como a avaliação do desvio de um determinado grupo de observações em relação aos valores de referência: os chamados métodos de fronteira de avaliação da eficiência. Um destes métodos é o estatístico estocástico, uma técnica de estimação econométrica, em que os desvios das posições observadas em relação à fronteira eficiente resultam, para além da ineficiência, da influência de factores aleatórios fora do controle da organização produtiva¹ e do ruído estatístico.

A problemática da medição da eficiência através do método de fronteira estocástica envolve um número elevado de vertentes, nomeadamente a escolha da função a utilizar, da sua forma funcional e da opção pela estimação de um modelo uniequacional ou pluriequacional, entre outras, cada uma delas merecedora de muita atenção.

Pretende-se, com o presente trabalho, proceder à revisão da bibliografia centrada no método de fronteira estocástica na medição da eficiência, em particular da eficiência dos serviços hospitalares.

No que se segue, na secção 2, intitulada de Eficiência Hospitalar, apresentam-se as diferentes perspectivas do tema Eficiência Produtiva. Após a explanação dos seus antecedentes, passa-se à descrição, propriamente dita, dos principais métodos de estimação de modelos de fronteira de eficiência, em particular do método estatístico estocástico. Finalmente, na secção 3, designada de Tecnologia Hospitalar, apresentam-se as diferentes formas de especificação da tecnologia, elemento indispensável para o estudo da eficiência através de métodos de fronteira paramétricos.

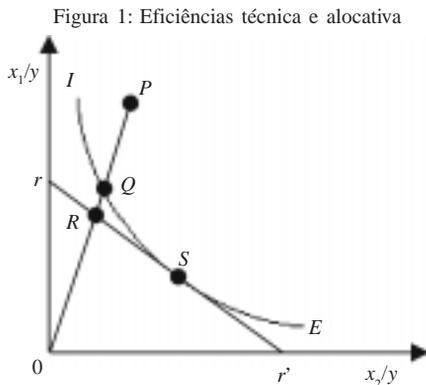
¹ Geralmente designados de *outliers* na literatura anglo-saxónica.

2. Eficiência hospitalar

2.1. Antecedentes dos métodos de fronteira

2.1.1. A eficiência de Farrell

A decomposição do conceito de eficiência produtiva² nas suas componentes de eficiência técnica e eficiência alocativa³, bem como a proposta de uma técnica para a sua medição, deve-se, inicialmente, a Farrell (1957) para a tecnologia uniproduto. Assumindo vários factores de produção para um único *output* a rendimentos constantes à escala, Farrell (1957) utiliza como referência a isoquanta *IE*, da *Figura 1*, lugar geométrico de combinações eficientes de factores x_1 e x_2 para um dado nível de produto, classificando os desvios em relação à mesma como ineficiências.



A eficiência técnica requer um posicionamento ao longo da isoquanta, enquanto que a eficiência alocativa requer um posicionamento no ponto em que o declive da isoquanta iguala o rácio dos preços dos factores de produção (ponto *S*).

Desta forma, a entidade posicionada em *P* é ineficiente em termos técnicos, na medida em que a entidade *Q*, tecnicamente eficiente, situada sobre a

² Barrow e Wagstaff (1989) utilizam o conceito de *eficiência global*.

³ Geralmente designada de *eficiência preço*.

isoquanta IE , produz a mesma quantidade de produto utilizando menores quantidades proporcionais de factores.

Farrell (1957) sugere, pois, que OQ/OP possa ser encarado como uma medida de eficiência técnica (E_T) da organização, assumindo o valor 1 se totalmente eficiente e 0 se totalmente ineficiente.

Por outro lado, o ponto S representa uma entidade tecnicamente eficiente, produzindo ao mínimo custo, assumindo rr' como uma curva isocusto, dados os preços relativos dos factores x_1 e x_2 . Apesar de Q e S serem ambos pontos representando entidades tecnicamente eficientes, os custos de produção de uma unidade de produto são em Q mais elevados do que em S . Farrell (1957) define OR/OQ como um índice de eficiência alocativa ou eficiência preço (E_p), pelo que a eficiência global (E_{PG}) é dada pelo quociente de medidas radiais OR/OP , medida híbrida dos dois tipos de eficiência, isto é, $E_{PG} = E_T * E_p$, sendo $0 \leq E_{PG} \leq 1$.

De acordo com Silva (1996), existe uma equivalência entre os índices primais de Farrel (1957) obtidos através de factores de produção e os obtidos utilizando apenas informação associada à função custo através dos custos totais de produção, sem necessidade de atender à informação associada à função de produção. As medidas de eficiência radiais podem ser interpretadas também em termos de custo, uma vez que reduções proporcionais de *inputs* levam directamente a correspondentes reduções de custos, para preços de *inputs* fixos.

Ainda segundo Silva (1996), as vantagens comparativas das medidas radiais de Farrell têm a ver com a sua facilidade de cálculo, a sua interpretação dual e consequente decomponibilidade. Estas medidas têm, no entanto, a desvantagem de se referirem apenas à redução e à expansão equiproporcionadas, respectivamente, de todos os *inputs* e *outputs*, ou a ambas as situações.

2.1.2. Modelos de regressão de estimação da eficiência

O estudo preconizado por Feldstein (1967) constituiu a primeira tentativa de através da análise de regressão medir a eficiência dos hospitais. Recorrendo a diversas formas funcionais, estimou a função de produção dos hospitais de agudos⁴ do Serviço de Saúde Britânico, tendo interpretado os resíduos como uma medida de eficiência técnica.

⁴ Uma doença diz-se aguda quando é breve e grave. Por outro lado, considera-se uma doença crónica quando reaparece ou é de longa duração.

De acordo com Feldstein (1967), os hospitais encontram-se a produzir⁵ segundo níveis médios de eficiência técnica quando os resíduos são iguais a zero, na medida em que a quantidade produzida é exactamente igual à quantidade que se esperava obter através das funções de produção estimadas. Por outro lado, os hospitais com resíduos superiores (inferiores) a zero estão a produzir acima (abaixo) da média da eficiência técnica, uma vez que produzem mais (menos) do que aquilo que seria de esperar tendo por base os parâmetros estimados.

Segundo Wagstaff (1989a), existem dois problemas principais com este método:

- 1) Permite apenas um *ranking* de hospitais por eficiência técnica (ou alocativa).

⁵ As diferentes categorias de produção hospitalar são: (i) tratamento de doentes em regime de internamento; (ii) tratamento de doentes em regime de ambulatório; (iii) investigação e (iv) ensino. Nem todos os hospitais são detentores destas duas últimas categorias.

No que concerne ao tratamento de doentes com internamento, a unidade mais utilizada tem sido o número de casos tratados, traduzidos em termos de número de doentes admitidos ou saídos. O problema desta unidade, segundo Carreira (1999), prende-se com a falta de tradução do tipo e qualidade dos tratamentos, uma vez que algumas doenças requerem um maior número de dias de internamento do que outras. Mesmo para tratamentos idênticos, a política de internamento é diferente entre hospitais.

Em alternativa à utilização do número de casos tratados, tem sido utilizado o número de dias de internamento. Cowing e Holtmann (1983) e Conrad e Strauss (1983) são alguns dos investigadores que, na estimação dos custos dos hospitais, utilizaram esta unidade de *output*. Tal como refere Carreira (1999), o inconveniente desta unidade advém do facto da sua utilização isolada não reflectir, muitas vezes, nos custos, o efeito de um aumento do número de casos tratados. Um hospital pode aumentar o número de dias de internamento por duas vias: incrementando o número de casos tratados e mantendo constante a demora média do internamento ou incrementando a demora média e mantendo constante o número de casos (Vita, 1990). Segundo, ainda, Carreira (1999), os primeiros dias de internamento são mais dispendiosos do que os últimos, dado que nos primeiros dias o doente utiliza os diversos meios de diagnóstico, a cirurgia e os cuidados intensivos. Nos últimos dias, na maior parte das vezes, o doente incorre somente em despesas do tipo «hotel» (Scuffham *et al.*, 1996).

Mais recentemente, para representar a produção dos serviços de internamento, tem sido proposta a utilização conjunta do número de casos tratados (admissões ou doentes saídos) e a demora média dos internamentos. Como exemplos desta abordagem, Carreira (1999) cita os estudos realizados por Vita (1990) e Scuffham *et al.* (1996).

No que respeita à unidade de produção de tratamento de doentes externos ou em ambulatório, tem-se utilizado com maior frequência o número de consultas e urgências. A título de exemplo, Carreira (1999) refere os estudos preconizados por Vita (1990) e Fournier e Mitchell (1992), que utilizam conjuntamente o número de consultas e urgências, enquanto Cowing e Holtmann (1983) recorrem apenas ao número de urgências e Scuffham *et al.* (1996) ao número de consultas.

- 2) Pressupõe, implicitamente, que as variações nos erros de cada observação ficam a dever-se, em exclusivo, a ineficiência.

O primeiro problema prende-se com o facto do modelo de Feldstein (1967) não fornecer informação sobre a que distância o hospital se encontra da fronteira, ou seja, não quantifica o nível de eficiência do hospital, enquanto o segundo deve-se ao facto dos resíduos, para além de reflectirem ineficiência, espelharem, também, influências aleatórias fora do controlo do hospital, bem como ruído estatístico.

No modelo de fronteira estocástica de Aigner *et al.* (1977) e Meeusen e van den Broeck (1977), os problemas anteriormente referidos são ultrapassados, uma vez que, por um lado, quantifica o nível de eficiência de cada hospital e, por outro, engloba, através da componente erro, um termo estocástico representativo de ruído estatístico e de choques aleatórios.

2.2. Métodos de fronteira

2.2.1. Enquadramento

Na abordagem da eficiência, a formulação de Farrell (1957) impõe a homogeneidade linear, uma suposição claramente limitativa. Kopp (1981) sugere o conceito de superfície eficiente conducente aos conceitos actuais de função fronteira, permitindo as características mais flexíveis da não homogeneidade linear e da não homoteticidade associadas às funções de produção.

Os principais métodos desenvolvidos desde então resumem-se a quatro, encarando duas filosofias que os distinguem em essência: dois métodos de programação matemática, o Método de Programação não Paramétrico — DEA e o Método de Programação Paramétrico e dois métodos de estimação econométrica, o Método Estatístico Determinista e o Método Estatístico Estocástico.

Os métodos de programação matemática utilizam uma sequência de programas lineares ou quadráticos, distinguindo-se os não paramétricos dos paramétricos pelo facto dos segundos adoptarem uma forma funcional na estimação da função.

A principal diferença entre os dois métodos estatísticos, determinista e estocástico, reside na forma como encaram os desvios das posições observadas em relação à fronteira eficiente. O método estatístico determinista partilha da posição Farrelliana, considerando tais desvios como resultado exclusivo de ineficiência, enquanto a perspectiva estocástica admite a existência de

influência de ruído estatístico e choques aleatórios a que está sujeita a organização produtiva.

Baur (1990) aponta as razões pelas quais os modelos de fronteira ter-se-ão tornado populares:

- a noção de fronteira é consistente com a teoria económica subjacente ao comportamento otimizador;
- os desvios da fronteira são interpretados como ineficiências, exclusivamente ou não, com que as unidades económicas visam os seus objectivos económicos ou comportamentais;
- a informação passível de se obter pelos modelos de fronteira e as políticas económicas exequíveis assentam na existência de uma relação prática forte.

Existem, no entanto, alguns problemas com a aplicação dos métodos de fronteira aos hospitais, tal como refere Newhouse (1994):

- a dificuldade na medição do *output*, uma vez que as técnicas de fronteira adequam-se melhor a produtos homogéneos e unidimensionais;
- os vários *inputs* são, tipicamente, não quantificáveis, incluindo *inputs* de capital, *inputs* de médicos, *inputs* de enfermeiros. Assumindo que estes *inputs* são substitutos das medidas de *inputs*, variações ao longo dos hospitais podem parecer ineficiência;
- os controlos de *case-mix*⁶ são problemáticos;

⁶ Dada a natureza multiproducto do tratamento de doentes internados existe a necessidade de classificar a produção hospitalar. O *case-mix* constitui uma das abordagens de incorporação da heterogeneidade dos produtos na medição do *output* hospitalar. São dois os esquemas de classificação de *case-mix*, designadamente a (i) Classificação Internacional de Doenças (CID) e os (ii) Grupos de Diagnóstico Homogéneo (GDHs).

Os códigos do CID proporcionam um conjunto exaustivo de categorias de *output* hospitalar mutuamente exclusivas. Existem, no entanto, desvantagens associadas a esta taxinomia: não inclui algumas dimensões de *case-mix*, as quais poderão ser determinantes na heterogeneidade entre casos; e apresenta um número elevado de categorias de *output*, o que origina *outputs* iguais a zero, principalmente em amostras pequenas, o que cria, na maioria dos estudos, dificuldades na estimação econométrica de funções custo.

Para Urbano e Bentes (1990), os GDHs constituem um sistema de classificação de doentes agudos internados, que permite definir, operacionalmente, os produtos do hospital. Segundo Machado (1996) os pressupostos actuais do sistema dos GDHs são: (i) dados relativos aos doentes recolhidos sistematicamente nos resumos de alta hospitalar; (ii) número razoável de GDHs (inferior a 500), englobando todos os doentes internados; (iii) cada GDH deve conter doentes com padrões semelhantes, quer ao nível dos consumos de recursos, quer ao nível da perspectiva clínica. Os GDHs resultam, numa primeira fase, da divisão de todos os diagnósticos

- os pressupostos fortes (não inclusão no método DEA do ruído estatístico e choques aleatórios) e não testados (no método de fronteira estocástica assume-se que a primeira e segunda componentes do termo erro seguem distribuições normal e semi-normal, respectivamente) têm que ser emitidos para obter resultados com estes métodos;
- os hospitais, sendo entidades multiproduto, a abordagem *standard* para a estimação empírica é a função Translog, o que implica a necessidade de estimação de inúmeros parâmetros.

2.2.2. Método estatístico estocástico

O método estatístico estocástico considera o termo erro composto, $\varepsilon = \mu + v$, em que as componentes de erro μ e v são independentes, além de que as variáveis aleatórias μ e v são idêntica e independentemente distribuídas (i.i.d.) entre si no modelo. A componente v reflecte as influências aleatórias a que a organização está sujeita e que estão fora do seu controlo, designadamente «choques» aleatórios e «ruído» estatístico⁷, seguindo uma distribuição normal $N(0, \delta_v^2)$, e a componente μ representa ineficiência, a qual segue, geralmente, uma distribuição semi-normal.

Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e van den Broeck (1977), admitindo a possibilidade da entidade não só enfrentar problemas de ineficiência na sua *performance*, mas, também, estar sujeita a factores aleatórios externos passíveis de afectar o seu desempenho, assumem a função de produção como o lugar geométrico de níveis de *output* máximo que se pode obter com uma determinada quantidade de *inputs*, para a tecnologia vigente, e admitem que nem todas as entidades têm desempenhos eficientes no sentido de produzirem o *output* da fronteira, ou de exibirem o custo eficiente da fronteira custo, interpretando, assim, o termo $\mu_i \leq 0$, $\mu_i \geq 0$ para o caso da função custo, como reflectindo desvio de *output* produzido, ou de custo de produção registado, em relação à fronteira respectiva.

principais em 23 grandes categorias de diagnóstico, cada uma das quais corresponde, em geral, a um aparelho ou um sistema orgânico principal. Caso se verifique a existência de uma etiologia característica esta deverá ser incluída naqueles grandes grupos. Aos diagnósticos principais associa-se a existência ou não de intervenção cirúrgica, originando, assim, uma subdivisão dos grandes grupos iniciais. Esta divisão vai-se ramificando pela introdução de outras variáveis, de que são exemplo as complicações e co-morbilidades, a idade do doente ou o seu destino após a alta, entre outras.

⁷ O ruído estatístico é interpretado como compreendendo erros de medição e variáveis omisadas. Os choques aleatórios compreendem acontecimentos que influenciam os custos da organização, mas que estão fora do seu controlo.

Admitindo que não existem razões óbvias para que os hospitais sejam menos propensos a ruídos estatísticos ou a choques aleatórios do que outras organizações, Wagstaff (1989b) propõe a fronteira de custo estocástica constituída por uma componente não estocástica, comum a todos os hospitais, e uma componente aleatória, reflectindo ruído estatístico e choques aleatórios, que varia de hospital para hospital. A ineficiência na fronteira de custo estocástica é captada pelo termo μ e, portanto, medida em relação à fronteira estocástica.

Segundo Wagstaff (1989a), os hospitais públicos constituem uma área de aplicação do modelo de fronteira estocástica, na medida em que, ao contrário das empresas, espera-se que os hospitais públicos sejam tecnicamente ineficientes. Isto deve-se ao facto de não existir razão óbvia para que o principal decisor do hospital público (o director) escolha que este seja eficiente, uma vez que a eficiência técnica pode gerar desutilidade para o médico, já que tratar mais casos pode levar à sobrecarga de trabalho, com todas as consequências que daí resultam, nomeadamente a diminuição da qualidade dos cuidados de saúde prestados.

Desta forma, e segundo Zuckerman *et al.* (1994), é essencial que a relação entre custos e qualidade esteja presente na análise da eficiência dos serviços hospitalares, caso contrário poder-se-á, erradamente, considerar um grupo de hospitais menos eficiente do que outro, quando, na verdade, o nível de qualidade dos serviços prestados é bastante superior ao dos restantes.

Contudo, raros são os estudos sobre a eficiência hospitalar que, tal como Zuckerman *et al.* (1994), utilizam nos seus modelos variáveis de controlo da qualidade dos serviços prestados.

Como vantagens principais do método, Silva (1996) enumera as seguintes:

- considera erros de observação e medição, nomeadamente na variável dependente (desta forma, evita a elevada sensibilidade a erros nos dados, comum ao método anterior, em que a fronteira de produção não estocástica pode ser fortemente influenciada por uma única observação, para a qual o *output*, no caso da fronteira de produção, esteja sobre ou subestimado);
- permite a distinção entre a influência de factores aleatórios externos à organização e a ineficiência sistemática, incorporando um termo erro simétrico unilateral representativo de ruído estatístico e englobando choques aleatórios, incerteza nos preços, erros de medição ou variáveis omissas;
- pode ser conseguida a estimação de forma relativamente simples através do Método Corrigido dos Mínimos Quadrados (COLS);

- possibilita aplicar testes de inferência estatística aos parâmetros estimados, assumindo uma dada distribuição associada ao modelo.

As grandes desvantagens do método, segundo Lovell e Schmidt (1988) e Rebelo (1992), são:

- as amostras de dimensão exigidas são relativamente elevadas na aplicação de testes de inferência estatística;
- os índices de eficiência podem variar numa mesma análise empírica, em função da distribuição adoptada para o termo erro composto e da forma funcional utilizada;
- os pressupostos acerca das componentes do termo composto são muito fortes e têm que funcionar bem (com o intuito de solucionar este problema, Schmidt e Sickles (1984) sugerem uma alternativa à formulação de Aigner, Lovell e Schmidt (1977) através da utilização de dados de painel. A atracção desta abordagem deriva da inexistência da necessidade de emissão de pressupostos acerca das distribuições das componentes do termo erro⁸;
- a partir da utilização de formas funcionais flexíveis, o número de parâmetros a estimar pode tornar-se elevado, impondo, por um lado, uma determinada estrutura da tecnologia, com o conseqüente consumo de graus de liberdade, e, por outro, uma estrutura adicional sobre a distribuição da ineficiência técnica e, por vezes, da ineficiência alocativa;
- as dificuldades em termos de empresas multiproducto, embora possam ser evitadas, existem, nomeadamente por estimação, quando possível, de funções custo e adaptando o algoritmo Kopp-Diewert-Zieschang⁹ ao caso da fronteira custo estocástica, no sentido de decompor a medida de eficiência custo estimada nas suas componentes técnica e alocativa;
- o cálculo dos índices de eficiência individualizados, por entidade, não é tão directo como no método anterior e, desta forma, torna-se complexo;

⁸ Outras vantagens são atribuídas à utilização de dados de painel: (i) a consistência da estimação da ineficiência aumenta à medida que o período de tempo aumenta; (ii) a possibilidade de estimação do modelo de fronteira estocástica mesmo que a ineficiência esteja correlacionada com algumas variáveis da função.

⁹ Empregam funções de fronteira completas (*full frontiers*) em vez de modelos de erro composto e geram índices de Farrell para cada dado da amostra. Os autores mostram também que a técnica é aplicável a um largo espectro de funções custo, incluindo a forma funcional flexível Translog, que não possui uma subjacente função de produção analiticamente derivável.

- o termo erro composto apesar de ser facilmente calculado para cada observação, existe o problema de separá-lo nas suas duas componentes, designadamente influência de factores aleatórios externos e ineficiência.¹⁰

O método de fronteira estocástica tem sido bastante utilizado na avaliação da eficiência relativa da indústria hospitalar. Wagstaff (1989a) investigou a eficiência técnica do Serviço Nacional de Saúde Britânico, tendo concluído que, em termos de eficiência técnica, todos os hospitais funcionavam a 100%. Zuckerman *et al.* (1994), com o objectivo de derivar medidas específicas de ineficiência, aplicaram o método de fronteira estocástica aos hospitais norte-americanos. Chirikos (1998), como resultado da análise sobre a ineficiência dos hospitais da Florida, concluiu existirem níveis de ineficiência altos e, essencialmente, inalteráveis ao longo do período estudado. Frech III e Mobley (2000), ao aplicarem a hipótese de Demsetz (1973)¹¹ aos hospitais, concluíram que a eficiência dos hospitais está positivamente relacionada com o seu crescimento e a sua concentração. Rosko (2001), ao estudar a ineficiência dos hospitais americanos, concluiu que esta decresceu 28% no período observado e que está negativamente associada, entre outros factores, com a concentração da indústria hospitalar. Franco (2001), tendo investigado a eficiência comparativa dos hospitais públicos portugueses, concluiu que os hospitais da Região Autónoma dos Açores apresentam índices de eficiência custo significativamente abaixo da média nacional.

2.2.3. *Método estatístico estocástico vs. outros métodos de fronteira*

Em termos genéricos, o benefício da escolha de um método de fronteira em detrimento de outro não tem sido claro, pelo que diversos investigadores têm vindo a proceder à sua comparação.

No seu estudo sobre a eficiência dos hospitais públicos espanhóis, Wagstaff (1989b) concluiu que o método de fronteira estocástica é preferível ao método de fronteira determinista.

Segundo Zuckerman *et al.* (1994), existem duas formas básicas de um hospital ser ineficiente. A primeira refere-se à ineficiência técnica: um hos-

¹⁰ Jondrow *et al.* (1982) sugerem uma solução para este problema ao considerarem o valor esperado de μ , condicional a $(v - \mu)$

¹¹ Hipótese da eficiência evolutiva, segundo a qual as empresas diferem, persistentemente, em termos de eficiência, resultando a sua concentração do crescimento das organizações eficientes à custa das ineficientes.

pital é tecnicamente ineficiente se não maximiza os seus *outputs*, dados os *inputs* empregues. Este conceito corresponde ao tipo de ineficiência avaliado pelo método DEA. No entanto, um outro tipo de ineficiência pode surgir se o hospital não seleccionar o *mix* de *inputs* óptimo, dada a tecnologia disponível e os preços dos *inputs* que enfrenta. É a chamada ineficiência alocativa, a qual é avaliada pelo método de fronteira estocástica.

Kooreman (1994) refere que os métodos DEA e fronteira estocástica destinam-se a encontrar respostas para diferentes questões e servem objectivos distintos. A diferença reside no tipo de informação utilizada pelos dois métodos. O método DEA utiliza informação sobre as quantidades de *inputs* e *outputs*, destinando-se, apenas, a tratar a questão da eficiência técnica. O método de fronteira estocástica utiliza, por seu turno, informação sobre os preços dos *inputs*, quantidade dos *outputs* e custos totais, pelo que a sua medida de eficiência compreende eficiência técnica e eficiência alocativa. Desta forma, as duas abordagens devem ser vistas como complementares.

Segundo Newhouse (1994), uma vez que os métodos DEA e fronteira estocástica especificam a melhor combinação possível de *inputs* para a produção de um determinado *output*, ambos os métodos podem ser utilizados para determinar se um hospital é eficiente e, sendo a resposta negativa, a magnitude da sua ineficiência.

Linna (1997) estudou a eficiência dos hospitais de cuidados intensivos da Finlândia, tendo concluído que os métodos DEA e fronteira estocástica produzem resultados diferentes para cada um dos hospitais e resultados semelhantes em termos do nível médio de ineficiência ao longo do tempo.

Com o objectivo de comparar dois modelos de fronteira distintos, Chirikos (2000) ordenou os hospitais da Flórida por eficiência, tendo constatado que ambos os métodos, DEA e fronteira estocástica, apresentam evidências convergentes sobre a eficiência hospitalar a nível da indústria, mas panoramas divergentes quanto às características individuais das instalações mais ou menos eficientes. Desta forma, não deve haver indiferença quanto à escolha do método de fronteira a utilizar na medição da eficiência hospitalar.

3. Tecnologia Hospitalar

Aquando da estimação de fronteiras, os investigadores deparam-se com os problemas da escolha da função a utilizar, da sua forma e da opção pela estimação de uma única equação ou de um sistema de equações (quando aplicável), ou seja, são confrontados com a escolha do modelo de estimação da tecnologia.

3.1. Função de produção vs. função custo

Considerando uma entidade que produz dois produtos, com uma dada quantidade de *inputs*, se as proporções nas quais aqueles *outputs* possam ser produzidos forem totalmente variáveis, a entidade irá enfrentar uma fronteira de possibilidades de produção ou fronteira de transformação. A curva de transformação do produto define-se como sendo o lugar das combinações de *output* que se pode obter com um determinado nível de *input*.

A função de produção multiproduto caracteriza-se, em primeiro lugar, pela produção conjunta, isto é, quando o custo total de produzir conjuntamente dois tipos de *output* for menor que o custo de produzi-los separadamente (Butler, 1995). Isto corresponde ao conceito de economias de gama de Baumol *et al.* (1982).

Uma outra característica da função multiproduto, sugerida por Mundlack (1963), consiste no tratamento do *input/output* separadamente. Em termos económicos, separadamente implica que a taxa marginal de transformação de dois *outputs* seja independente dos níveis de *input* e a taxa de substituição técnica de dois *inputs* seja independente dos níveis de *output*.

O conceito de substituição envolve um processo produtivo flexível, em que existe a possibilidade de substituir um determinado *input* por outro sem que com isso se verifique a correspondente diminuição do nível ou da qualidade dos *outputs*. O facto de dois *inputs* serem substitutos não significa que sejam equivalentes, mas que os *outputs* podem ser produzidos mediante o recurso a diversas técnicas.

Contudo, existe uma corrente, referida por Folland *et al.* (2001), que acredita existir apenas uma única técnica adequada para tratar uma determinada doença, a chamada visão monotécnica.

Um terceiro aspecto importante da função de produção multiproducto res-
peita aos rendimentos de escala, na medida em que uma alteração igualitária
das proporções de todos os *inputs* não conduz, obrigatoriamente, a uma
alteração uniforme nas proporções de todos os *outputs*.

Os modelos económicos utilizados nos diferentes estudos dos hospitais
consideram a utilização de diversos factores na produção de multiproductos:

$$F(y, x) = 0 \quad (1)$$

onde y representa o vector de dimensão m dos níveis máximos de produção,
 x o vector de dimensão n da quantidade de factores consumidos e F a função
de transformação que descreve a tecnologia eficiente de produção de serviços
hospitalares.

Se a função F for contínua, não decrescente e quase-côncava, Diewert
(1982) demonstra que as características economicamente relevantes da tecnolo-
gia são retidas pela função custo dual¹²:

$$C = C(y, w) \quad (2)$$

onde y representa o vector de dimensão m dos níveis máximos de produção,
 w o vector de dimensão n de preços dos factores e C os custos de produção
dos serviços hospitalares.

A função custo multiproducto¹³ decorre do pressuposto de que os hospitais
minimizam os custos, conhecida a tecnologia, o preço dos factores e o nível
de produção:

$$C = C(y, w) \equiv \min_x \{w^T x : F(y, x) = 0\} \quad (3)$$

¹² Advém da teoria da dualidade, segundo a qual, perante uma vasta extensão de problemas
de maximização (minimização), um correspondente problema de minimização (maximização)
pode ser formulado. Este problema de correspondência é o chamado dual do problema original.
Em termos de produção e de custos, o problema da maximização do *output*, sujeito a constrian-
gimentos de *input*, tem como dual o problema da minimização dos custos, sujeito a um dado
nível de *output*. Esta dualidade entre produção e custos foi aprofundada por Shephard (1970) que
mostrou que a tecnologia de produção pode ser representada por uma função de produção ou por
uma função custo, desde que se verifiquem determinados pressupostos.

¹³ A função custo multiproducto é uma função crescente, valorizada-positiva, num domínio
onde as quantidades dos outptus são maiores ou iguais a zero. Assume-se, igualmente, que é
regular e estritamente quase-convexa para a optimização do constrangimento (Henderson e
Quandt, 1986).

Segundo Carreira (1999), apesar dos hospitais públicos constituírem instituições sem fins lucrativos (não maximizando, portanto, o lucro), as administrações hospitalares procuram minimizar os seus custos, através da afectação dos recursos, de um dado orçamento, de modo a maximizar a produção (Conrad e Strauss, 1983; Scuffham *et al.*, 1996).

Para que a função (2) seja uma representação teoricamente válida da função custo dual, deverá possuir, segundo Diewert (1982), as seguintes propriedades: i) ser não negativa; ii) ser linearmente homogénea, não decrescente, côncava, contínua e diferenciável, nos preços dos factores; iii) ser não decrescente ao nível do *output*.

Coelli *et al.* (1998) resumem as vantagens da aplicação da teoria da dualidade nos seguintes pontos:

- a teoria da dualidade pode constituir um método mais simples de obter as equações de oferta do *output* e procura dos *inputs*;
- a teoria da dualidade pode ser utilizada na decomposição das estimativas da ineficiência custo, obtidas a partir de uma função custo fronteira, nas suas componentes técnica e alocativa;
- a teoria da dualidade, quando se pretende avaliar as características de uma tecnologia de produção, através da utilização de métodos econométricos, pode ser mais conveniente, uma vez que pode ser mais apropriado estimar uma função custo, em detrimento de uma função de produção, pelas seguintes razões: (i) a informação sobre os custos e preços dos *inputs* pode ser mais facilmente obtida do que a informação sobre as suas quantidades; (ii) a estimação econométrica directa de uma função de produção pode sofrer de simultâneas equações enviesadas, se as quantidades dos *inputs* não forem exógenas à decisão de optimização, pelo que uma função custo pode ser mais apropriada de um ponto de vista estatístico, na medida em que utiliza preços exógenos; (iii) os múltiplos *outputs* são acomodados com facilidade.

3.2. Formas funcionais da tecnologia hospitalar

As especificações paramétricas exigem a representação da tecnologia através de uma forma funcional. A sua escolha deverá ser consistente com o comportamento estrutural da tecnologia no sector a analisar. Existem várias formas funcionais possíveis de utilizar na modelação e caracterização de uma determinada tecnologia uniproducto, sendo as funções Cobb-Douglas, CES

(«Constant Elasticity of Substitution») e Translog as mais utilizadas na estimação econométrica de funções de produção.

Embora a função Cobb-Douglas seja de fácil estimação e matematicamente manipulável, é restritiva nas propriedades que impõe à estrutura de produção, nomeadamente rendimentos de escala constantes e elasticidade de substituição constante, não permitindo, assim, a homogeneidade e homoteticidade da estrutura de produção (Coelli *et al.*, 1998).

A função CES situa-se entre os extremos das formas funcionais Cobb-Douglas e Translog, na medida em que desvaloriza o pressuposto dos rendimentos de escala constantes, mantendo, no entanto, a restrição da elasticidade de substituição constante (Coelli *et al.*, 1998).

Por outro lado, a função Translog, enquanto forma funcional flexível¹⁴, representa uma aproximação de Taylor de segunda ordem de uma função diferenciável e permite estimar economias de escala e de produção conjunta e elasticidades de substituição¹⁵ entre *inputs*, sem estabelecer as restrições habituais sobre a tecnologia de produção e a estrutura de custos subjacente.

Dado que constitui uma função conceptualmente simples, tem vindo a ser amplamente utilizada na estimação de funções de produção, apesar de ser uma forma de difícil manipulação matemática e poder sofrer de problemas de graus de liberdade e de multicolinearidade (Silva, 1996; Coelli *et al.*, 1998).

A estimação econométrica de uma função custo requer, igualmente, a selecção de uma adequada forma funcional. Esta deverá ser (i) suficientemente flexível, por forma a acomodar várias estruturas de produção, (ii) capaz de satisfazer as propriedades das funções custo. Estes dois objectivos estão, com frequência, em conflito, na medida em que a imposição de pressupostos teóricos a uma forma funcional, pode, subsequentemente, reduzir a sua flexibilidade.

Muitas das formas funcionais referentes às funções de produção têm sido utilizadas em análises empíricas para especificar funções custo. A função Translog é um exemplo de uma forma funcional flexível que se tornou popular na análise dual da produção. Outras formas funcionais flexíveis, incluindo a quadrática normalizada, a Leontief generalizada e a McFadden generalizada, têm sido utilizadas na estimação da função custo. A forma McFadden generalizada tornou-se, recentemente, popular, uma vez que permite a imposição das propriedades de concavidade e convexidade sem perder a flexibilidade de segunda ordem.

¹⁴ Uma função representativa da tecnologia do produtor diz-se flexível se, num ponto particular, reflecte qualquer combinação de efeitos económicos.

¹⁵ Constituem uma medida de sensibilidade da minimização dos custos face a alterações nos preços relativos dos *inputs*.

De entre as formas funcionais mais utilizadas na estimação de funções custo de produção conjunta destaca-se a função custo multiproduto híbrida de Diewert¹⁶ (Hall, 1973), a função custo multiproduto translogarítmica¹⁷ (Burgess, 1974) e a função custo multiproduto quadrática (Lau, 1974).

Segundo Caves *et al.* (1980), estas funções custo contêm falhas, as quais diminuem a atractividade da sua aplicação em trabalhos empíricos sobre entidades multiproduto. As falhas incluem: (i) a violação das condições de regularidade da estrutura de produção; (ii) um número excessivo de parâmetros a estimar; (iii) uma inaptidão para acomodar observações que contenham níveis iguais a zero para alguns dos *outputs*.

Para que uma forma funcional flexível seja atractivamente aplicável a uma função custo multiproduto é necessário que:

- seja linearmente homogénea nos preços dos *inputs* e nos níveis de *output*, uma vez que constitui uma pré-condição da existência da relação de dualidade entre o custo e as funções de transformação;¹⁸
- seja pequeno o número de parâmetros a estimar, por forma a que não se perca a flexibilidade;¹⁹
- admita o valor zero para um ou mais *outputs*.²⁰

Desta forma, Caves *et al.* (1980), argumentando que a função custo multiproduto quadrática, a híbrida de Diewert e a translogarítmica, não satisfazem, respectivamente, os requisitos da homogeneidade dos preços dos factores, da parcimónia dos parâmetros a estimar e da admissibilidade de *outputs* iguais a zero, propõem uma nova forma funcional que designaram de função custo multiproduto generalizada translogarítmica.

Visto que as falhas inerentes às funções custo multiproduto quadrática e híbrida de Diewert não são facilmente suprimidas, Caves *et al.* (1980) partem

¹⁶ Diewert (1971) propôs a forma funcional generalizada de Leontief para a função custo e a forma linear generalizada para a função de produção.

¹⁷ Geralmente designada de função custo multiproduto Translog.

¹⁸ Tanto a função custo multiproduto híbrida de Diewert como a função custo multiproduto translogarítmica satisfazem este requisito, apesar de, nesta última, haver a necessidade de imposição de certas restrições. Por outro lado, a função custo multiproduto quadrática não satisfaz esta condição.

¹⁹ A função custo multiproduto translogarítmica requer, geralmente, um número de parâmetros a estimar inferior ao necessário para a estimação das restantes duas funções custo.

²⁰ As funções custo multiproduto híbrida de Diewert e quadrática permitem valores iguais a zero para os *outputs*. Uma vez que na função custo multiproduto translogarítmica são aplicados a todos os *outputs* logaritmos naturais, esta função não tem representação finita quando algum dos *outputs* apresentar um valor igual a zero.

de uma função custo multiproducto translogarítmica, utilizando a transformação Box-Cox²¹ como métrica da quantidade dos *outputs*, em vez da métrica logarítmica natural, permitindo, assim, que a função custo multiproducto admita valores iguais a zero para os *outputs*.

Embora a função custo multiproducto generalizada translogarítmica contenha mais um parâmetro do que a função custo multiproducto translogarítmica, continua a ser mais parcimoniosa nos parâmetros do que a função custo multiproducto híbrida de Diewert.

Vita (1990) defende a aplicação da função custo multiproducto generalizada translogarítmica à indústria hospitalar, na medida em que as amostras constituídas por hospitais apresentam, frequentemente, *outputs* iguais a zero, devido ao facto de alguns hospitais não possuírem algumas das categorias de *outputs* normalmente utilizadas²².

Cowing e Holtmann (1983), na aplicação da função custo multiproducto translogarítmica aos hospitais públicos de Nova Iorque, utilizaram, como alternativa à transformação Box-Cox, a substituição dos *outputs* com valor nulo por um número positivo muito próximo de zero (0,1⁸). De entre os autores que, para além dos referidos, aplicaram esta metodologia aos hospitais, destacamos Given (1996), Carreira (1999) e Franco (2001).

Como exemplo de investigadores que utilizaram nos seus estudos sobre hospitais funções custo multiproducto Translog, destacamos os seguintes: Conrad e Strauss (1983); Cowing e Holtmann (1983); Vita (1990); Fournier e Mitchell (1992); Lima (1993); Dor e Farley (1996); Given (1996); Scuffham *et al.* (1996); Grytten e Dalen (1997); Escarce e Puley (1998); Carreira (1999), Lima (2000) e Franco (2001).

3.3. Modelos de estimação pluriequacionais

De acordo com Silva (1996), a utilização de modelos uniequacionais como forma de inferir acerca da ineficiência técnica através do método estocástico, pressupõe que o decisor actua de acordo com o seu caminho de

²¹ A transformação Box-Cox é dada por: $f(y_i) = (y_i^\lambda - 1) / \lambda_i \Leftrightarrow \lambda_i \neq 0 \wedge \ln y_i \Leftarrow \lambda_i = 0$. Esta transformação implica a estimação de um parâmetro λ_i para cada um dos *outputs* considerados. Para valores de λ_i muito próximos de zero, a métrica Box-Cox aproxima-se da do logaritmo natural, porque $\lim_{\lambda \rightarrow 0} (y_i^\lambda - 1) / \lambda_i = \ln y_i$.

$$\lambda \rightarrow 0$$

²² Apresenta, como exemplo, a medida de *output* «Dias de Internamento de Obstetrícia», referindo que nem todos os hospitais têm departamento de obstetrícia, o que origina um valor igual a zero para esta variável.

expansão, estando apenas sujeito a efeitos de potencial ineficiência técnica. Tal hipótese pode não corresponder à realidade, na medida em que se deve considerar a possibilidade de as condições de minimização do custo de primeira ordem não serem, na prática, observadas e, assim, ser necessário o recurso à generalização do método de Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e van den Broeck (1977).

Desta forma, equações adicionais designadas de equações de proporção de factores, *share equations*, devem ser explicitadas, por forma a considerarem eventuais desvios em relação às condições de primeira ordem, considerando, assim, o efeito de ineficiência alocativa. Esta designação deriva do facto de cada uma delas envolver o custo de um dado *input* sobre o custo total, para cada observação registada.

A estimação de sistemas de funções de produção ou funções custo permite obter uma estimação assintoticamente mais eficiente, uma vez que o número de graus de liberdade aumenta: os parâmetros intervenientes na equação custo intervêm também nas equações de proporção dos factores.

Muitos investigadores têm adoptado estes sistemas de equações, utilizando, geralmente, uma função custo Translog. O problema reside na forma como se deverá modelar a relação existente entre a distribuição bilateral das equações *share* de *inputs* e a distribuição não negativa da ineficiência alocativa da equação de custos: o chamado problema de Greene²³.

Segundo Bauer (1990), existem três formas de ultrapassar o problema de Greene: a solução analítica, a solução aproximada e a solução qualitativa.

A solução analítica consiste em encontrar a relação analítica existente entre os dois tipos de erros, unilateral na equação custo e bilateral nas equações *share* de *inputs* (Schmidt e Lovell, 1979; Kumbhakar, 1989). Esta abordagem é geralmente preferível, desde que a relação analítica entre os dois tipos de erros seja derivável. No entanto, uma relação analítica pode ser encontrada somente aquando da imposição de formas funcionais restritivas, como a Cobb-Douglas ou, provavelmente, com outras formas autoduais.

Na solução aproximada, modela-se a relação utilizando uma função aproximada, impondo toda a estrutura conhecida *à priori* (Schmidt e Sickless, 1984). Esta abordagem possibilita a utilização de formas funcionais mais flexíveis, como a Translog, e emprega informação sobre a forma como a ineficiência alocativa se liga aos erros das equações proporções de factores. No entanto, é limitada pela perfeição da modelação da verdadeira relação entre o termo de ineficiência alocativa da equação custo e os erros das equações *share*.

²³ Uma vez que foi diagnosticado pela primeira vez por Greene (1980).

Com a solução qualitativa, ignora-se a relação existente entre os erros da equação custo e as equações *share* de *inputs* (Greene, 1980). Ignorando a ligação importante entre os erros, a técnica de estimação falha, uma vez que não utiliza toda a informação disponível.

3.4. Modelos de estimação da tecnologia hospitalar

Na estimação da tecnologia hospitalar, os diversos investigadores têm utilizado, frequentemente, a função custo em detrimento da função de produção.

Tendo em conta que o principal problema da estimação de uma função custo reside na especificação da equação de estimação, designadamente na escolha da variável dependente, dos regressores e da forma funcional, Breyner (1987) classifica os estudos do passado em dois grupos: (i) os estudos tradicionais, que utilizam uma especificação *ad-hoc* da equação de regressão e (ii) um outro grupo de estudos, em que as funções custo baseiam-se na teoria neoclássica da dualidade entre a função custo e a função de produção, que introduzem as formas funcionais flexíveis nos modelos estimados.

Lima (1993) desagrega o primeiro grupo de estudos proposto por Breyner (1987) em (i₁) estudos tradicionais, propriamente ditos, que utilizam, como forma funcional da função custo, a especificação linear aditiva e, como medidas de *output*, o número de dias de internamento, o número de casos tratados e um índice de instalações e serviços disponíveis, que são consideradas variáveis *proxies* dos diferentes tipos de doentes tratados nos hospitais e (i₂) funções custo de comportamento²⁴, que representam o comportamento do hospital e não a relação técnica de produção, uma vez que as hipóteses da maximização do lucro, da exogeneidade da procura e da minimização dos custos, são demasiado restritivas para a indústria hospitalar (Evans, 1971), considerando haver, na sua estimação, apenas uma relação entre os custos e os *outputs*, dada a tecnologia existente e o comportamento específico dos hospitais.

Tal como refere Lima (1993), as restrições impostas, por um lado, pela especificação linear aditiva e pela utilização de *proxies* na medição do *output* hospitalar, das funções custo tradicionais, e, por outro, pela não inclusão dos

²⁴ Segundo Breyer (1986), os modelos baseados na teoria neoclássica do comportamento do produtor consideram que as variáveis taxa de ocupação, dimensão do hospital e características do mercado, explicam apenas os desvios dos custos relativamente ao mínimo teórico, pelo que não as incluem, habitualmente, nas equações de custos.

preços dos *inputs* no modelo e pela forma de determinação dos efeitos de escala, das funções custo comportamentais, constituíram motivos para o aparecimento de um outro grupo de estudos: as chamadas funções custo tecnológicas²⁵.

Este tipo de estudos, que corresponde ao segundo grupo apresentado por Breyner (1987), utiliza, em geral, como variáveis independentes os diferentes *outputs* produzidos no hospital e os preços dos *inputs*. A função custo é linear e homogénea de grau um relativamente ao preço dos *inputs*, pelo menos numa situação de curto prazo, deixando de apresentar a forma linear aditiva dos modelos tradicionais.

De entre os autores, que utilizaram nos seus estudos funções custo tecnológicas, destacamos Conrad e Strauss (1983), Cowing e Holtmann (1983), Sloan *et al.* (1983), Robinson e Luft (1985), Granneman *et al.* (1986), Gray *et al.* (1986), McGuire e Williams (1986), Vita (1990), Paiva (1993), Fournier e Mitchell (1992), Lima (1993), Zuckerman *et al.* (1994), Dor e Farley (1996), Given (1996), Scuffham *et al.* (1996), Wholey *et al.* (1996), Grytten e Dalen (1997), Escarce e Puley (1998), Carreira (1999), Lima (2000) e Franco (2001).

²⁵ Também designadas de funções custo neoclássicas ou estruturais.

4. Sumário e sugestões para trabalhos futuros

As técnicas de medição da eficiência aplicam-se ao sector hospitalar como a outras actividades produtivas. O presente trabalho consistiu numa revisão da bibliografia recente sobre o assunto.

A eficiência de uma entidade, e em particular de um hospital, está intimamente relacionada com o conceito de resíduo. Ou seja, se se isolar os efeitos resultantes das características específicas de cada hospital, alguns hospitais continuam a alcançar níveis de produção maiores ou menores do que os demais.

Ao longo dos anos, os investigadores desenvolveram novas técnicas de medição da eficiência, de que são exemplo os modelos de regressão tradicionais. Contudo, a este tipo de metodologia estão associados diversos problemas, nomeadamente os de não quantificar o nível de eficiência de cada hospital e não acomodar *outliers* e ruído estatístico a que os hospitais estão sujeitos.

Mais recentemente, com o surgimento do método estatístico estocástico, estes problemas foram ultrapassados, na medida em que, por um lado, como modelo de fronteira que é, os desvios são quantificados em relação à melhor prática possível (fronteira de eficiência), e não à prática média dos hospitais observados, obtendo-se, assim, valores absolutos de eficiência, e, por outro, como o próprio nome indica, sendo um método estocástico, ao contrário dos outros métodos de fronteira, o termo erro engloba, para além da indicação de ineficiência, factores aleatórios fora do controlo dos hospitais, bem como ruído estatístico.

Foram precisamente estas características que motivaram a elaboração desta revisão, inserida num trabalho mais vasto que não cabe aqui apresentar. Considerou-se, igualmente, de importância considerável a revisão bibliográfica das diferentes vertentes que o método de fronteira estocástica envolve, com o intuito de caracterizar a problemática da medição da eficiência hospitalar através de métodos paramétricos.

Trabalhos futuros poderão centrar-se na revisão da literatura dos diversos métodos de fronteira, procedendo, assim, à sua comparação. Seria, igualmente, interessante analisar a sensibilidade dos resultados à opção pela utilização de métodos de fronteira, quando comparados com outras técnicas.

Bibliografia

- AIGNER, D. J.; C. A. K. Lovell e P. Schmidt (1977). «Formulation and Estimation of Stochastic Production Function Models». *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.
- BAUER, P. W. (1990). «Recent Developments in the Econometric Estimation of Frontiers». *Journal of Econometrics*, 46, 39-56.
- BAUMOL, W. J.; J. C. Panzar e R. D. Willig (1982). *Contestable Markets and Theory of Industry Structure*. Harcourt Brace Jovanovich, New York.
- BREYER, F. (1987). «The Specification of a Hospital Cost Function: A Comment on the Recent Literature». *Journal of Health Economics*, 6, 147-157.
- BURGESS, D. F. (1974). «A Cost Minimization Approach to Import Demand Equations». *Review*, 56, 225-234.
- BUTLER, J. R. G. (1995). *Hospital Cost Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.
- CARREIRA, C. M. G. (1999). *Economias de Escala e de Gama nos Hospitais Públicos Portugueses: Uma Aplicação da Função de Custo Variável Translog*. Estudo n.º 1 do GEMF, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra.
- CAVES, D. W.; L. R. Christensen e M. W. Tretheway (1980). «Flexible Cost Functions for Multiproduct Firms». *Review of Economics and Statistics*, 62, 477-481.
- CHIRIKOS, T. N. (1998). «Further Evidence that Hospital Production is Inefficient». *Inquiry*, 35, 408-416.
- CHIRIKOS, T. N. (2000). «Measuring Hospital Efficiency: A Comparison of Two Approaches». *Health Services Research*, 34, 1389-1409.
- COELLI, T. J.; D. S. P. Rao e G. E. Battese (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London.
- CONRAD, R. F. e R. P. Strauss (1983). «A Multiple-Output Multiple-Input Model of the Hospital Industry in North Carolina». *Applied Economics*, 15, 341-352.
- COWING, T. G. e A. G. Holtman (1983). «Multiproduct Short-Run Hospital Cost Functions: Empirical Evidence and Policy Implications from Cross-Section Data». *Southern Economic Journal*, 49, 637-653.

- DEMSETZ, H. (1973). «Industry Structure, Market Rivalry, and Public Policy», *Journal of Law and Economics*, 16, 1-9.
- DIEWERT, W. E. (1971). «An Application of the Shepard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function». *Journal of Political Economy*, 79, 481-507.
- DIEWERT, W. E. (1982). «Duality Approaches to Microeconomic Theory». Kenneth Arrow e Michael Intriligator (ed.), *Handbook of Mathematical Economics*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, vol. II.
- DOR, A. e D. Farley (1996). «Payment Source and the Cost of Hospital Care: Evidence from a Multiproduct Cost Function with Multiple Payers». *Journal of Health Economics*, 15, 1-21.
- ESCARCE, J. J. e M. V. Puley (1998). «Physician Opportunity Costs in Physician Practice Cost Functions». *Journal of Health Economics*, 15, 129-151.
- EVANS, R. G. (1971). «Behavioural Cost Functions for Hospitals». *Canadian Journal of Economics*, 4, 198-215.
- FARRELL, M. J. (1957). «The Measurement of Productive Efficiency». *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253-281.
- FELDSTEIN, M. S. (1967). *Economic Analysis for Health Service Efficiency: Econometric Studies of the British National Health Service*. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- FOLLAND, S., A. C. Goodman e M. Stano (2001). *The Economics of Health and Health Care*. 3.^a edição, Prentice Hall.
- FOURNIER, G. e J. Mitchell (1992). «Hospital Costs and Competition for Services: A Multiproduct Analysis». *The Review of Economics and Statistics*, 74, 627-634.
- FRANCO, F. (2001). *Eficiência Comparada dos Serviços Hospitalares: o Método de Fronteira Estocástica*, tese de Mestrado, Departamento de Economia e Gestão da Universidade dos Açores. (dactilopolicopiada)
- FRECH III, H. E. e L. R. Mobley (2000). «Efficiency, Growth, and Concentration: An Empirical Analysis of Hospital Markets». *Economic Inquiry*, 38, 369-384.
- GIVEN, R. (1996). «Economies of Scale and Scope as an Explanation of Merger and Output Diversification Activities in the Health Maintenance Organization Industry». *Journal of Health Economics*, 15, 685-713.
- GRANNEMANN, T. W.; R. S. Brown e M. V. Pauly (1986). «Estimating Hospital Costs: A Multiple-Output Analysis». *Journal of Health Economics*, 5, 107-127.
- GRAY, A.; A. McGuire e P. Stuart (1986). «Factor Input in NHS Hospitals». Health Economic Research Unit. *Discussion Paper* n.º 2 da Universidade de Aberdeen.

- GREENE, W. H. (1980). «On the Estimation of a Flexible Frontier Production Model». *Journal of Econometrics*, 13, 101-115.
- GRYTTE, J. e D. M. Dalen (1997). «Too Many for Too Few? Efficiency Among Dentists Working in Private Practice in Norway». *Journal of Health Economics*, 16, 483-497.
- HALL, R. E. (1973). «The Specification of Technology with Several Kinds of Output». *Journal of Political Economy*, 81, 878-892.
- HENDERSON, J. M. e R. E. Quandt (1986). *Microeconomic Theory, A Mathematical Approach*. McGraw-Hill International Editions, Economic Series.
- JONDRON, J.; C. A. K. Lovell; I. S. Materov e P. Schmidt (1982). «On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model». *Journal of Econometrics*, 19, 233-238.
- KOOREMAN, P. (1994). «Data Envelopment Analysis and Parametric Frontier Estimation: Complementary Tools». *Journal of Health Economics*, 13, 345-346.
- KOPP, R. J. (1981). «The Measurement of Productive Efficiency: A Reconsideration». *The Quarterly Journal of Economics*, 96, 3.
- KUMBHAKAR, S. C. (1989). «Estimation of Technical Efficiency Using Flexible Functional Form and Panel Data». *Journal of Business and Economic Statistics*, 7, 253-358.
- LAU, L. J. (1974). «Comments». M. D. Intriligator and D. A. Kendrick (eds.), *Frontiers of Quantitative Economics*, North-Holland Publishing Company, Amsterdam, vol. II, 176-199.
- LIMA, M. E. (1993). *A Economia dos Cuidados de Saúde: Um Contributo para o Estudo dos Custos do Subsector Hospitalar*. Tese de Mestrado, Faculdade de Economia da Universidade do Porto. (dactilopoliciada)
- LINNA, M. (1997). «Measuring the Hospital Cost Efficiency with Panel Data Models». Comunicação apresentada ao *Sixth European Workshop on Econometrics and Health Economics*, Lisboa, 10-13 Setembro.
- LOVELL, C. A. K. e P. Schmidt (1988). «A Comparison of Alternative Approaches to the Measurement of Productive Efficiency». *Applications of Modern Production Theory. Efficiency and Productivity*. Kluwer Academic Publishers, 3-32.
- MACHADO, L. M. (1996). *Financiamento e Gestão do Hospital de São Marcos no Contexto dos Hospitais Públicos Portugueses*. Tese de Mestrado, Escola de Economia e Gestão da Universidade do Minho. (dactilopoliciada)
- McGuire, A. e H. Williams (1986). «Information Theory and Scottish Hospital Cost Functions». *Health Economics Research Unit. Discussion Paper n.º 1*, Universidade de Aberdeen.

- MEEUSEN, W. e J. van den Broek (1977). «Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error». *International Economic Review*, 18, 435-444.
- MUNDLAK, Y. (1963). «Specification and Estimation of Mutiproduct Production Functions». *Journal of Farm Economics*, 45, 433-443.
- NEWHOUSE, J. P. (1994). «Frontier Estimation: How Useful a Tool for Health Economics?». *Journal of Health Economics*, 13, 317-322.
- PAIVA, R. (1993). *A Medição da Eficiência no Sector Hospitalar: O Caso Português*. Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa. Tese de Doutoramento. (dactilopolicopiada)
- REBELO, J. F. (1992). *Análise de Relações Custo-Produção e Eficiência Produtiva em Empresas Multiproduto: O Caso das Adeagas Cooperativas da Região Demarcada do Douro*. Tese de Doutoramento. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. (dactilopolicopiada)
- ROBINSON, J. e H. Luft (1985), «The Impact of Hospital Market Structure on Patient Volume, Average Length of Stay, and the Cost of Care». *Journal of Health Economics*, 4, 333-356.
- Rosko, M. D. (2001), «Cost Efficiency of US Hospitals: a Stochastic Frontier Approach». *Health Economics*, 6, 539-551.
- SCHMIDT, P e C. A. K. Lovell (1979). «Estimating Technical and Allocative Inefficiency Relative to Stochastic Production and Cost Frontiers». *Journal of Econometrics*, 9, 343-366.
- SCHMIDT, P. e R. Sickless (1984). «Production Frontiers and Panel Data». *Journal of Business and Economic Statistics*, 2, 367-374.
- SCHUFFHAM, P. A.; N. J. Devlin e M. Jaforullah (1996). «The Structure of Costs and Production in New Zealand Public Hospitals: An Application of the Transcendental Logarithmic Variable Cost Function». *Applied Economics*, 28, 75-85.
- SHEPHARD, R. W. (1970). *The Theory of Cost and Production Functions*. Princeton University Press.
- SILVA, A. (1996). *Eficiência Técnica: O Método Estatístico Estocástico Aplicado às Indústrias Extractivas e de Transformação Portuguesas para o Quadriénio 1990-1993*. Tese de Mestrado, Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra. (dactilopolicopiada)
- SLOAN, F., R. Feldman e A. Steiwald (1983). «Effects of Teaching on Hospital Costs». *Journal of Health Economics*, 2, 1-28.
- URBANO, J. e M. Bentes (1990). «Definição da Produção do Hospital: Os Grupos de Diagnósticos Homogéneos». *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 8, 49-60.
- VITA, M. G. (1990). «Exploring Hospital Production Relationships with Flexible Functional Forms». *Journal of Health Economics*, 9, 1-21.

- WAGSTAFF, A. (1989a). «Measuring Technical Efficiency in the National Health Service: A Stochastic Frontier Analysis». *Discussion Paper* do Centre for Health Economics, Universidade de York.
- WAGSTAFF, A. (1989b). «Estimating Efficiency in the Hospital Sector: A Comparison of Three Statistical Cost Frontier Models». *Applied Economics*, 21, 659-672.
- ZUCKERMAN, S., J. Hadley e L. Iezzoni (1994). «Measuring Hospital Efficiency with Frontier Cost Functions». *Journal of Health Economics*, 13, 255-280.

EDIÇÕES DA APES

Documentos de trabalho

- 1/86 CAMPOS, A. C. — Eficiências e ineficiências, privilégios e estigmas, nas combinações público/privadas de saúde. (1.25 €) (esgotado)
- 2/86 GIRALDES, M. R.; CORTÊS, M. F. — O impacte sobre a equidade do sector privado dos serviços de saúde em Portugal. (1.25 €) (esgotado)
- 3/86 RAMOS, F.; COSTA, C.; ROQUE, M. — O mercado hospitalar português. (1.25 €) (esgotado)
- 4/86 CAMPOS, A. C.; PATRÃO, L.; CARVALHO, R. — A privatização de um sistema público. O caso das tecnologias de diagnóstico e terapêutica em Portugal. (1.25 €) (esgotado)
- 1/89 PEREIRA, J. — The economic interpretation of equity in health and health care. (1.25 €)
- 2/89 CACHO, P. M. — Programa de prevenção da tuberculose na Cantábria. Contributo da análise custo-benefício. (1.25 €)
- 3/89 MANTAS, A.; COSTA, C.; RAMOS, F. — Financiamento hospitalar: Que contributo para a equidade? O caso português. (1.25 €) (esgotado)
- 1/90 ROCHAIX, L. — Oferta de cuidados. Regulação ou desregulação? (1.25 €)
- 2/90 PEREIRA, J.; PINTO, C. G. — Regressivity in an NHS-type system. The financing of portuguese health care. (1.25 €)
- 1/93 PEREIRA, J. — Economia da Saúde. Glossário de termos e conceitos. (2.50 €) (3.^a edição)
- 2/93 CABRAL, A. J.; DURÃO, J. R. — O medicamento na África Sub-sahariana: Uma grande despesa mal controlada. (2.50 €) (esgotado)
- 1/95 PINTO, C. G. — Competition in the health care sector and welfare. (2.50 €)
- 2/95 BARROS, P. P. — The black box of health care expenditure growth determinants. (2.50 €)
- 3/95 GIRALDES, M. R.; RIBEIRO, A. C. C. — Desigualdades socioeconómicas na mortalidade em Portugal, no período 1980/82-1990/92. (3.75 €)
- 4/95 PEREIRA, J. — Inequity in infant mortality in Portugal, 1971-1991. (2.50 €)
- 5/95 MATIAS, A. — O mercado de cuidados de saúde. (2.50 €)
- 6/95 BARROS, P. P. — Technology levels and efficiency in health care. (2.50 €)
- 1/96 CULYER, T. — The impact of health economics on public policy. (2.50 €)

- 2/96 MATEUS, C. — Vertical and horizontal equity in the finance of health care services: A comparative study of user charges in Denmark, Portugal and United Kingdom. (2.50 €)
- 3/96 CAMPOS, A. C. — Yellow light at the crossroads: wait for green or cross on yellow. Uncertainties about the future of the Portuguese NHS. (2.50 €)
- 1/97 NUNES, J. FERRAZ — Comparação de duas técnicas em histerectomia. Uma análise de custo-consequência (3.75 €)
- 2/97 PEREIRA, J.; CAMPOS, A. C.; RAMOS, F.; SIMÕES, J.; REIS, V. — Health care reform and cost containment in Portugal (3.75 €)
- 3/97 BARROS, P. PITA — Eficiência e modos de pagamento aos hospitais. (3.75 €)
- 4/97 APES — Financiamento da saúde em Portugal. Resumo de um debate. (2.50 €)
- 1/98 MOSSIALOS, E. — Regulação das despesas com medicamentos nos países da União Europeia. (3.75 €)
- 2/98 DISMUKE, C. E.; SENA, V. — Hospital productivity and efficiency measurement in the presence of undesirable output. (3.75 €)
- 1/99 CABRAL, J; BARRIGA, N. — Listas de espera hospitalares. Produtividade dos profissionais e contexto. (3.75 €)
- 2/99 CABRAL, J; BARRIGA, N. — Economias de escala, eficiência e custos nos hospitais distritais. Evidências empíricas. (3.75 €)
- 3/99 CARREIRA, C. M. G. — Economias de escala e de gama nos hospitais públicos portugueses: uma aplicação da função de custo variável translog. (3.75 €)
- 4/99 PEREIRA, J.; MATEUS, C.; AMARAL, M. J. — Custos da obesidade em Portugal. (3.75 €)
- 1/2000 BARROS, P. P.; MARTINEZ-GIRALT, X. — Public and private provision of health care. (3.75 €)
- 2/2000 LIMA, M.E. — A produção e a estrutura de custos dos hospitais públicos: uma aplicação de um modelo translogarítmico. (3.75 €)
- 3/2000 MACHADO, M. P. — Dollars and performance: cost effectiveness of substance abuse treatment in Maine. (3.75 €)
- 4/2000 LIMA, M. E. — The financing systems and the performance of portuguese hospitals. (3.75 €)
- 1/2001 OLIVEIRA, M.; BEVAN, G. — Measuring geographic inequities in the portuguese health care system: an estimation of hospital care needs. (5 €)
- 2/2001 BARROS, P. P. — Procura de cuidados de saúde — os efeitos do estado de saúde, tempo, co-pagamento e rendimento. (5 €)

- 1/2002 FERREIRA, L. N. — Utilidades, Qalys e medição da qualidade de vida. (5 €)
- 2/2002 PEREIRA, J. (org.) — Centro de documentação da APES: publicações não periódicas. (5 €)
- 1/2003 PINTO, C. G.; ARAGÃO, M. — Health care rationing in Portugal. A retrospective analysis (5 €)
- 2/2003 FRANCO, F.; FORTUNA, M. — O método de fronteira estocástica na medição da eficiência dos serviços hospitalares: uma revisão bibliográfica (5 €)

Divulgação científica

- PEREIRA, J.; MOURINHO, R. — *Revistas de Economia da Saúde e Disciplinas Afins. 1990-1995. Volume I.* Setembro 1996 (5 €)
- PEREIRA, J.; MOURINHO, R. — *Revistas de Economia da Saúde e Disciplinas Afins. 1990-1995. Volume II.* Outubro 1996. (5 €)
- PITA BARROS, P.; HARFOUCHE, A. — *Revistas de Economia da Saúde e Disciplinas Afins. 1996-1997.* Julho 1998. (5 €)

Edições especiais

- PEREIRA, J.; PINTO, C. G. — *Público e privado no sector da saúde: Um relatório das VI Jornadas de Economia da Saúde, Valência, 1986.* Relatório 1/87. (1.25 €) (esgotado)
- APES — *Centro de Documentação da APES: Lista de livros e publicações periódicas.* Lisboa, 1993. (1.25 €)
- APES — *III Encontro da APES: Comunicações Apresentadas.* Lisboa, 1993. (5 €) (esgotado)
- VAZ, A.; PINTO, C. G.; RAMOS, F.; PEREIRA, J. (coord.) *As Reformas dos Sistemas de Saúde: Actas do IV Encontro de Economia da Saúde.* Lisboa, 1996. (10 €)
- PESTANA, M. F. — *A Procura de Saúde e de Cuidados de Saúde.* Dissertação apresentada para o grau de Mestre em Economia e Política Social. Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade Técnica de Lisboa, 1996. (3.75 €)
- BARROS, P. P.; SIMÕES, J. (coord.) *Livro de Homenagem a Augusto Mantas.* Lisboa, 1999. (17.50 €)

COMO PODERÁ OBTER AS PUBLICAÇÕES DA APES?

As publicações da APES poderão ser obtidas no Serviço de Publicações da Escola Nacional de Saúde Pública ou por correio, mediante o envio de cheque para:

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE ECONOMIA DA SAÚDE
Escola Nacional de Saúde Pública, Universidade Nova de Lisboa
Avenida Padre Cruz
1600-560 Lisboa
Tel. 21 751 21 04/21 757 35 36
Fax. 21 757 35 36
email: apes@ensp.unl.pt

Os Documentos de Trabalho da APES são gratuitos para os sócios.

Os estatutos da APES prevêm duas categorias de sócios: individuais e colectivos (hospitais, ARS's, empresas, organismos centrais, etc.). Se desejar tornar-se sócio contacte o Secretariado da Associação.

ÓRGÃOS SOCIAIS DA APES

DIRECÇÃO

Presidente:	João Pereira
Vice-Presidente:	Pedro Lopes Ferreira
Vogal:	Miguel Gouveia
Vogal:	Suzete Gonçalves
Vogal:	Rogério de Carvalho
Vogal:	Mónica Oliveira
Tesoureiro:	Céu Mateus

MESA DA ASSEMBLEIA GERAL

Presidente:	Jorge Simões
Vice-Presidente:	Carlos Gouveia Pinto
Secretário:	Paula Santana

CONSELHO FISCAL

Presidente:	Pedro Pita Barros
Vice-Presidente:	Artur Vaz
Relator:	Clara Dismuke