

# Hospitais universitários: avaliação comparativa de eficiência técnica

Alexandre Marinho<sup>§</sup>  
Luís Otávio Façanha<sup>†</sup>

## RESUMO

Este texto desenvolve exercício de avaliação comparativa de eficiência de hospitais universitários federais brasileiros (HUs (43 organizações hospitalares)). A metodologia utilizada é a análise de envoltória de dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*) em combinação com testes e procedimentos estatísticos não-paramétricos específicos. O trabalho também explora extensões, como as orientações que a DEA fornece para ajustes nas (in)eficiências observadas, relativas ao problema de retornos de escala, e associações das eficiências observadas com formas de interação entre os HUs. Ao longo do texto procura-se oferecer elementos ao leitor para apreciar a DEA como mecanismo de avaliação comparativa de organizações complexas (assim como de identificação de *best practices* no conjunto de casos observados) e, naturalmente, como possível e útil mecanismo (propiciador de adesões, de aprendizados e de incentivo) de acompanhamento e de coordenação do comportamento de agentes de políticas públicas, como é o caso dos HUs.

**Palavras-chave:** hospitais universitários; avaliação de eficiência; análise de envoltória de dados.

## ABSTRACT

This paper presents an exercise on comparative efficiency evaluation of Brazilian federal university hospitals - HUs (43 organizations). The methodology used is Data Envelopment Analysis - DEA, along with statistical non-parametric procedures and specific tests. As direct extensions of DEA, the paper also explores the recommended adjustment of inefficient cases to the efficiency frontier, the problem of returns to scale, and the relationships between (in) efficiencies and possible interactions among the HUs. Also, the paper tries to motivate the assessment of DEA as part of a mechanism of comparative evaluation of complex organizations. Firstly, because DEA identifies "best practices" within the observed cases. Secondly, because DEA can assist public policies, as a useful learning, incentive and coordination instrument.

**Key words:** university hospitals, efficiency evaluation, data envelopment analysis.

**JEL classification:** C67; D61; I11; I18.

---

§ Técnico de Planejamento e Pesquisa do IPEA, Professor da FCE/UERJ e bolsista do CNPq.

† Professor do IE/UFRJ, e bolsista do CNPq.

Os autores agradecem a dois pareceristas anônimos pelos valiosos comentários. Os eventuais erros remanescentes são de nossa inteira responsabilidade.

Recebido em março de 2000. Aceito em junho de 2000.

## I Introdução

Este texto apresenta e desenvolve metodologia para a avaliação comparativa de eficiência de 43 hospitais universitários federais brasileiros - HUs, baseada na Análise de Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*).

Ao final de 1997, os HUs ofereciam à população 10.166 leitos e os serviços de 6.630 docentes, mobilizando dispêndios da ordem de 563 milhões de reais. Acolhiam 18.351 alunos de graduação e de pós-graduação em medicina, tendo realizado 363.763 internações, 392.393 cirurgias (incluindo partos), e 10.216.245 consultas, e registrado 15.276 óbitos.

A questão da mensuração da eficiência do setor saúde em países pobres, como o Brasil, é fundamental. Mesmo em países com níveis de desenvolvimento social e econômico bastante superiores aos nossos, não é mais aceitável atender aos acréscimos da demanda social por serviços de saúde por meio do expediente de (cf. Fare *et alii*, 1994) “...meramente colocar mais recursos no setor saúde através do financiamento por mais impostos...” Na Suécia, asseveram Fare *et alii* (*ibid*), é cada vez maior a atenção na eficiência dos serviços de saúde, considerando-se seriamente “...as possibilidades de melhorar a utilização dos recursos existentes e de aumentar a produtividade ...”

A par da relevância do estudo de caso, os autores acreditam que avaliações comparativas de eficiência poderiam ser justificadas a partir de dois pontos de vista não excludentes e complementares. Primeiramente, os HUs são financiados e conjuntamente gerenciados, como sistema, pelo Ministério da Educação e do Desporto -, uma vez que integram o sistema das instituições federais de ensino superior – IFES - e pelo Ministério da Saúde. De outro lado, os dirigentes dos HUs são nomeados e administram as suas unidades por meio das mesmas regras de financiamento oriundas do ambiente das IFES, e por reconhecidas afinidades. Não são novidades os graves desafios de conceituação, de mensuração e de exploração dos consideráveis potenciais de produtividade encontrados nessas instituições (a esse respeito, ver Marinho & Façanha, 1999, onde também pode ser encontrada bibliografia específica sobre o assunto).

Algumas tarefas e cuidados metodológicos devem ser cumpridas na avaliação da eficiência dos HUs. Em primeiro lugar, dado que os autores não são gestores e não têm acesso a características e informações internas dos hospitais, é importante que se reconheça e acolha a complexidade das unidades avaliadas, pelo menos quanto à multiplicidade de insumos e de produtos e serviços transformados e oferecidos pelos HUs à sociedade. A metodologia deve evitar, portanto, o uso imediato de “indicadores” que não se

comprometam com a tarefa de relacionar constelação de insumos a constelação de produtos e serviços.

Em segundo lugar, é também desejável que não se atribua à metodologia qualquer conteúdo prescritivo, o que é um vício comumente incorrido quando se faz uso de “indicadores” de eficiência ou de desempenho. Deve-se, antes, privilegiar a representação da complexidade do que diagnósticos relativos à eficiência. A propósito, deve ser enfatizado que a metodologia a ser empregada tira partido do conjunto de informações disponíveis, e associa as medidas sintéticas de eficiência a *best practices* extraídas dos casos observados.

Em terceiro lugar, é necessário que a metodologia também atenda a alguns requisitos de operacionalização. Como já foi dito, os autores acreditam que a DEA, ao reconhecer a multiplicidade de insumos e produtos e de serviços das unidades avaliadas, e ao oferecer medidas sintéticas de eficiência e de consistência na utilização de *inputs* e na produção de *outputs*, já é capaz de representar e informar a atores relevantes acerca da existência de problema administrativo e gerencial de algum porte. Isto compatibiliza o exercício avaliativo com objetivos de aprimorar o gerenciamento interno de unidades avaliadas. Ao tirar partido do conjunto de informações disponíveis, a DEA também incentiva o inventariação de insumos e de produtos e serviços oferecidos pelas unidades avaliadas. E, ainda, ao associar medidas sintéticas de eficiência a *benchmarks* extraídos dos casos observados, a DEA incentiva a adesão de unidades a avaliações e a outros mecanismos de coordenação e de incentivo que utilizem a metodologia.

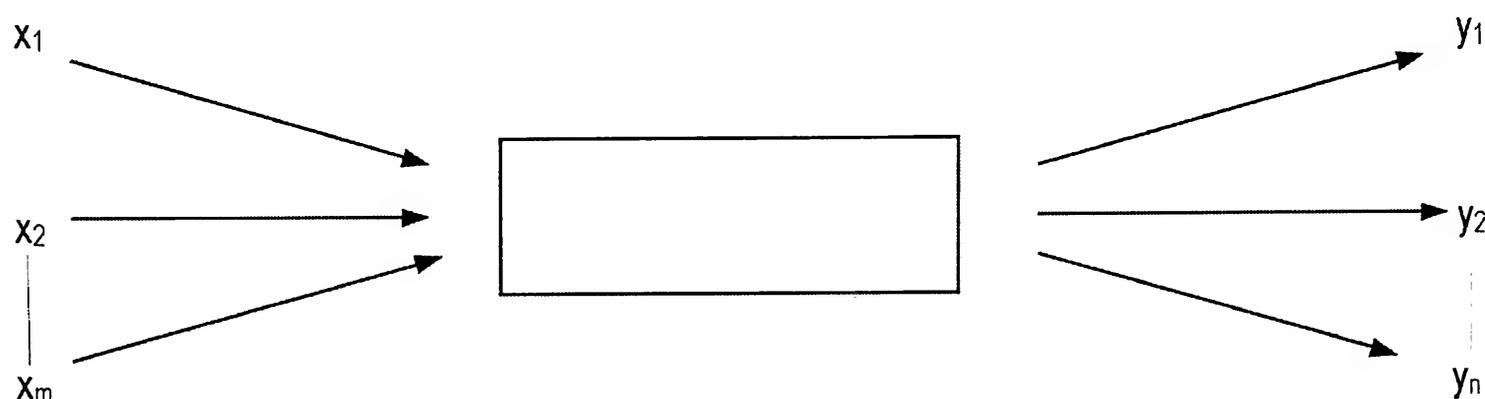
O exercício que se segue constitui desdobramento mais direto dos trabalhos de Façanha & Marinho (1998), de Marinho (1998), de Marinho & Façanha (1999) e de Façanha & Marinho (1999). A DEA será apresentada por meio de caracterização inicial na seção II, a seguir, e mais formalmente na seção III. A seção III também apresenta resultados básicos da aplicação do modelo aos casos estudados. A seção IV explora extensões dos resultados básicos, e a seção V propõe desdobramentos para o exercício. A seção VI conclui o trabalho, apresentando comentários finais.

## II Caracterização do problema

Esta seção terá início com representação visual simples da organização hospitalar, conforme a Figura I. Trata-se de modelo de “entrada-saída” que controla, supondo desconhecidas, complexidades inerentes à estrutura organizacional interna e ao processo

de transformação. No caso, os  $x$ 's representam insumos (*inputs*) utilizados no processo de transformação e os  $y$ 's denotam os produtos e serviços prestados (*outputs*). Os  $y$ 's podem também representar resultados intermediários de estratégias de trabalho ainda não completadas ou finalizadas, assim como objetivos, mensuráveis ou categorizáveis, da organização.

**Figura I**  
**A Organização Hospitalar Universitária**



Em Façanha & Marinho (1998) o leitor encontra comentários sobre a delicada tarefa de definir e mensurar *inputs* e *outputs* nas organizações hospitalares. A lista de variáveis que se pôde utilizar está identificada a seguir.

## II.1 Inventários de insumos e produtos: variáveis de interesse

O exame da literatura que ampara desenvolvimentos posteriores do texto, conjugado com esforços de análise e de síntese que convêm assinalar, permite inferir que um modelo para representação de organizações hospitalares deveria considerar, pelo menos, as seguintes categorias de variáveis.

### *Inputs*

- a) *inputs* de trabalho: nesta categoria incluem-se os *inputs* representativos dos esforços que os diversos tipos de mão-de-obra fazem para atingir os objetivos dos hospitais. Pode-se citar: trabalho de pessoal médico; trabalho de pessoal auxiliar da área médica ou de paramédicos (enfermeiros, operadores de raios x, nutricionistas etc.); trabalho de pessoal administrativo de nível superior; trabalho de pessoal administrativo de nível médio e de nível de apoio. Idealmente, medidas dos esforços efetivos aplicados deveriam ser utilizadas (ex: horas-homem trabalhadas). Na ausência dessas, os quantitativos da força de trabalho, ou os salários pagos, podem ser considerados;

- b) *inputs* de capital: incluem-se aqui os *inputs* relacionados à capacidade física operacional dos hospitais. Os exemplos mais corriqueiros são: número de leitos (ambulatoriais, cirúrgicos etc.), área física do hospital; valor da depreciação de equipamentos e instalações; seguros; amortizações; e aluguéis pagos;
- c) *inputs* financeiros: são os dispêndios financeiros não relacionados ao capital ou à mão-de-obra empregada nos hospitais. Mais especificamente, trata-se dos gastos gerais de custeio e de manutenção, como, por exemplo: os dispêndios relacionados a compras de material de consumo; comida; remédios etc.;
- d) *inputs* de serviços gerais: trata-se dos insumos relacionados aos serviços utilizados pelos hospitais, como, por exemplo: limpeza; lavanderia; segurança etc.;
- e) *inputs* de serviços específicos: exames laboratoriais, fisioterapia etc.;
- f) *inputs* relacionados aos pacientes. São aqueles que descrevem as características gerais quando da entrada, nos hospitais, das pessoas objeto de tratamento. Podemos incluir: número de consultas; internações e readmissões; idade; sexo; doenças ou quadros específicos (ex: partos, ou doações de sangue ou órgãos); gravidade (quadro de risco); emergências; transferências de outros hospitais; tratamento fora do hospital etc.;
- g) *inputs* ou fatores ambientais: são aqueles referentes ao ambiente geral de operação dos hospitais e que, na maioria das vezes, estão fora do controle direto da administração das instituições. Pode-se citar: região geográfica de operação (urbana, rural etc.); natureza da propriedade (público, privado, filantrópico etc.); características gerais da população atendida (moradia longe ou próxima, religião etc.);

### *Outputs*

- a) *outputs* relacionados ao tratamento. Descrevem o processo pelo qual o paciente passou na unidade hospitalar. São exemplos: grau de intensividade dos cuidados dispensados; cirurgias realizadas; cuidados ambulatoriais e emergenciais; número e prazo de internação; atendimentos externos; número de altas e óbitos; número de consultas; total de exames realizados;
- b) *outputs* de qualidade dos serviços. São aqueles que se relacionam à qualidade geral dos serviços prestados aos hospitais e ao ambiente de trabalho: morbidade; mortalidade; readmissões; existência ou não de conselhos representativos de

funcionários, de pacientes e parentes de pacientes; atitudes diante de reclamações; liberalidade em relação às visitas; manutenção e acessibilidades de registros; número, frequência e gravidade de acidentes de trabalho; nível relativo dos salários em relação a organizações semelhantes. Nesta categoria está enquadrado o Fator de Incentivo ao Desenvolvimento do Ensino e da Pesquisa em Saúde - FIDEPS (ver MEC/MS, 1994) na medida em que tal indicador, inegavelmente, reflete condições de acessibilidade do público aos serviços, envolvimento dos hospitais com o ensino e a pesquisa, a existência de comissões internas de controle da qualidade geral do atendimento, a realização de investimentos em treinamento e aperfeiçoamento de mão-de-obra, a preocupação com a manutenção e operação de equipamentos e instalações dos hospitais, e a utilização de tecnologias atualizadas de diagnóstico e tratamento;

- c) *outputs* sociais. Dizem respeito às externalidades sociais geradas pelos hospitais. São exemplos: disponibilidade de serviços em áreas remotas ou carentes; atendimento de pessoas de baixa renda etc.

#### Variáveis disponíveis

O Ministério da Educação e do Desporto - MEC liberou, ao final de 1997, um conjunto amplo de dados preliminares relacionados aos hospitais universitários federais brasileiros - HUs. O conjunto de dados, referentes ao ano de 1996, permite desenvolver o exercício que se apresentará na seção subsequente, e engloba as variáveis seguintes:

#### *inputs* - SIGLAS:

- 1 - área construída - (*AREA*);
- 2 - número de docentes pagos pelo MEC - (*DOCENTES*);
- 3 - recursos financeiros totais (MEC, SUS, Fundações, outros) - (*FINTOT*);
- 4 - número total de funcionários (MEC, INAMPS, próprios, outros) - (*FUNTOT*);
- 5 - número total de leitos ativos (UTI, hospitalares) - (*LEITOS*);
- 6 - número de médicos internos - (*MEDINT*);
- 7 - número de médicos pagos pelo MEC - (*MEDMEC*);
- 8 - número de médicos residentes - (*MRESID*);
- 9 - número de salas de ambulatório - (*SALAAM*);
- 10 - número de salas de cirurgia e ambulatório - (*SALACA*);
- 11 - número de salas de centros cirúrgicos - (*SALACC*).

**outputs - SIGLAS:**

- 1 - número total de cirurgias - (*CIRURGIAS*);
- 2 - número total de consultas - (*CONSULTAS*);
- 3- número total de internações - (*INTERN*);
- 4 - Fator de Incentivo ao Desenvolvimento do Ensino e da Pesquisa em Saúde - (*FIDEPS*).

**Identificação e agregação de outputs**

Medidas de eficiência devem estar referenciadas a medidas do produto final gerado pelas organizações. Deve-se assinalar que há problemas à vista, relacionados à existência ou não de inventários razoavelmente completos dos *outputs*, assim como aos critérios de agregação dos mesmos. A título de motivação imediata, assinale-se que Newhouse (1994) manifesta ceticismo quanto a superações satisfatórias daqueles problemas, afirmando que “... a maior dificuldade é a medida dos resultados .. e a dificuldade de se medir resultados ajustando por qualidade ... a existência de resultados omitidos parece quase certa nos estudos da indústria da saúde; a questão é quão seriamente essas omissões afetam as descobertas. Eu acho que essa distorção é provavelmente séria.”

Entende-se, aqui, que a crítica refere-se mais à questão da completude dos inventários do que ao problema de agregação. Nesse sentido, a crítica refere-se mais ao uso que se pretende dar às medidas de eficiência do que à legitimidade de se tentar alcançar aproximações satisfatórias para as medidas de eficiência das organizações hospitalares. Na verdade, trata-se de reedição tardia de problema já há muito sugerido por Leibenstein (1966), para o qual a teoria dos incentivos pode oferecer soluções positivas.

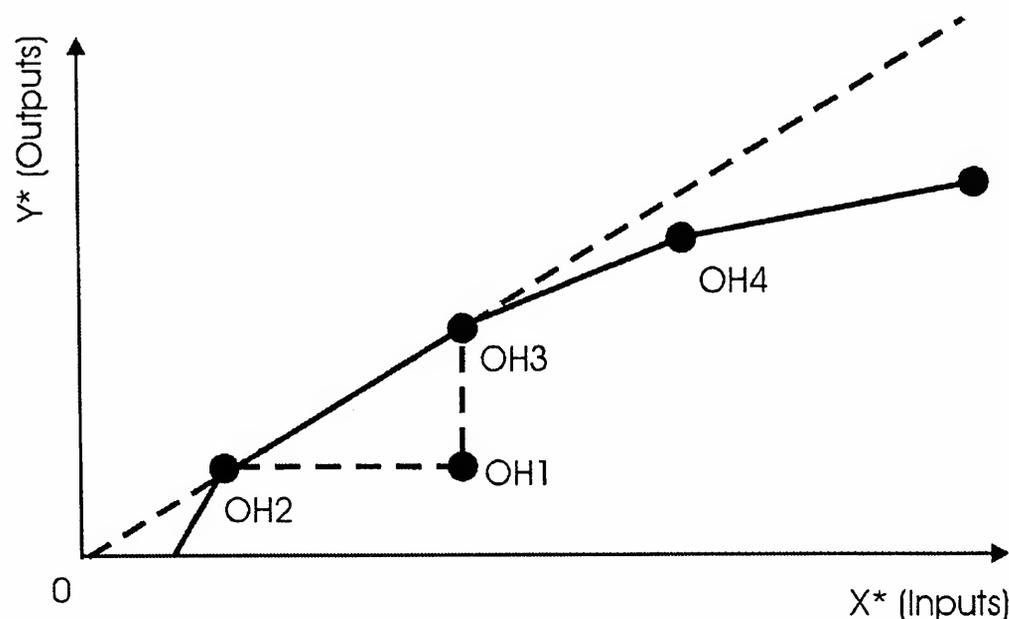
**II.2 A questão da comparabilidade dos hospitais**

Na base de dados, os HUs estão representados por valores das variáveis identificadas em (II.1) e, considerando a tão questionável quanto almejada agregação de insumo e produtos, seria útil representar e visualizar o conjunto das organizações por meio, por exemplo, da Figura II a seguir. Solicita-se ao leitor que não considere, de início, a união dos pontos OH2, OH3 e OH4, que será esclarecida em (II.3).

No gráfico,  $x^*$  denota o insumo agregado e  $y^*$  denota o produto agregado. Note-se que o coeficiente angular da linha que liga a origem do gráfico aos pontos é dada por  $y^*/x^*$ ,

e denota a eficiência, e o inverso do custo  $x^*/y^*$ . O exame da eficiência comparativa poderia se dar, em princípio, por simples inspeção visual. Em alguns casos isso poderia ser alcançado de forma direta, como a comparação de OH1 com OH2 e com OH3. A organização hospitalar OH1 produz o mesmo nível de *output* que a organização OH2, com maior utilização de insumos, e produz menor nível de *output* que a organização OH3, com utilização de idêntico nível de insumos. A comparação se revelaria mais problemática, por exemplo, na comparação da organização OH1 com a organização OH4. Nesse caso, o analista defronta-se com um problema de definição de padrão de comparação que permita, inclusive, contemplar heterogeneidades e diversidades óbvias e, frequentemente, difíceis de dirimir.

**Figura II**



### II.3 Apresentação do método proposto

O método da análise envoltória de dados - DEA, apresentado em artigo seminal por Charnes, Cooper & Rhodes (1978), que será aplicado a seguir, permite que se resolva, simultânea e matematicamente (em princípio, pois a participação de gestores no processo é prevista e deve ser incentivada), o problema da identificação das “ponderações” e do padrão de comparação.

Inicialmente, a definição do padrão de comparação busca otimizar uma expressão da forma  $(p_1 y_1 + p_2 y_2 + \dots + p_n y_n) / (w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_m x_m)$ , em que os  $p$ 's e os  $w$ 's (as

ponderações de insumos e produtos) são desconhecidos, atendidas as restrições de que nenhuma das unidades avaliadas localize-se além da “fronteira” e que os “pesos” sejam positivos. O problema é solucionado recorrendo-se à identificação de “fronteira de eficiência”, tal como foi sugerido, no recurso gráfico. Os *inputs* e *outputs* de cada uma das organizações e “unidades tomadoras de decisão” (*decision making units - DMUs*) são comparados com combinações convexas dos *inputs* e *outputs* das DMUs similares. Assim sendo, OH2 e OH3 integrariam a fronteira, o que não aconteceria com OH1.

A fronteira e o padrão de comparação são extraídos das observações e não de prescrições. A fronteira caracteriza a “*best practice*” de referência na qual o escore de eficiência será máximo (100%). Como a relação a ser otimizada é utilizada para cada uma das observações, o método fornece, simultaneamente à definição da fronteira e dos escores, os pesos (e “preços-sombra”), *p*'s e *w*'s. É importante, entretanto, (re)enfatizar, como será ilustrado na seção seguinte, que o método facilita o reconhecimento de unidades de referência por parte de gestores e os estimula a atribuir valores (ou restrições além da positividade) que consideram adequados e apropriados para os “pesos”. A experiência dos autores indica que o procedimento é recomendável e naturalmente incentivado pela metodologia. Infelizmente, entretanto, a experiência dos autores também indica que explicitar restrições adicionais aos pesos (os preços-sombra) não faz parte, ao menos de modo sistemático, por enquanto, da rotina de gestores de hospitais brasileiros ou estrangeiros, por razões que são discutidas no próximo parágrafo.

Convém assinalar que as questões associadas a (in)eficiências alocativas (v. Marinho *et alii*, 1997, para caracterização) e de adoção de preços ou pesos diferentes dos recomendados deixarão de ser tratadas no presente estudo. A discussão se delimita, portanto, a ineficiências produtivas técnicas, e há razões de fundo para isso. Afinal, preços não são grandezas de fácil obtenção no setor público, onde, nas palavras de Lovell (1993, p. 26), “*Na melhor das hipóteses os preços não suspeitos, na pior das hipóteses preços não existem.*” Adicionalmente (cf. Leibenstein, 1966), as magnitudes de eventuais ineficiências alocativas são, via de regra, menores que as de eventuais ineficiências técnicas em um dado sistema.

Na literatura referente à mensuração de eficiência em hospitais foram observados valores médios de ineficiências alocativas da ordem de 5% em Eakin (1991), de 16% em Ferrier & Valdmanis (1996) e de 27% em Byrnes & Valdmanis (1994). Por outro lado, os valores de ineficiências técnicas médias abrangem espectro muito mais amplo, alcançando 7% em Fare *et alii* (1989), 12,7% em Banker *et alii* (1986) - vale observar que estes autores encontram valores médios iguais tanto por meio do uso de DEA quanto via

utilização de função de custo translogarítmica -, 16% em Byrnes & Valdmanis (1994), e 48% em Ferrier & Valdmanis (1996). A ineficiência total encontrada por Zuckerman *et alii* (1994), para um conjunto de 4.149 hospitais dos Estados Unidos da América do Norte, foi de 13,6%. Para um conjunto de 123 hospitais nos EUA, Byrnes & Valdmanis (1994) encontraram ineficiência total média de 59%. No presente trabalho, e para sistema formado por 43 HUs brasileiros, a ineficiência técnica média encontrada foi de 17,54%.

### III Os modelos utilizados e resultados básicos

A presente seção procede à identificação da fronteira de eficiência e da *best practice* para as organizações hospitalares universitárias, apresentando e justificando os modelos de análise executados.

#### III.1 A fronteira e os escores de eficiência

Existem dois modelos de DEA de uso mais comum, e que são referenciadas, respectivamente, a Charnes, Cooper & Rhodes (1978), denominada de modelo **CCR**, e a Banker, Charnes & Cooper (1984), denominada de modelo **BCC**. A idéia geral de ambos é a comparação de medida de produtos, o agregado das medidas de *outputs*, denotado por  $y^*$ , com medida virtual de insumos, o agregado de insumos, designado por  $x^*$ . Os “pesos” correspondentes são escolhidos de forma tal que uma dada DMU seja representada da forma mais eficiente e consistente, em face dos dados disponíveis e da restrição de que nenhuma DMU viria a se localizar além da fronteira. A eficiência no sentido de Pareto é uma característica inerente aos resultados de ambos os modelos.

Por sua vez, a diferença entre os dois modelos merece comentários adicionais, que podem ser esclarecedores para o leitor. O modelo CCR trabalha com a hipótese de retornos constantes de escala, o que equivale a supor que os casos eficientes estariam em fronteira retilínea que passa pela origem, o que, na Figura II, corresponde ao segmento OH2-OH3, coincidente com a linha tracejada.

O modelo BCC acata a ocorrência de retornos de escala variáveis. Em particular, isto asseguraria que a transposição de uma dada unidade para a fronteira - e a identificação de seu grau de (in)eficiência - corresponderia à definição de unidade composta cujas referências teriam escalas similares, o que não ocorre no modelo CCR. Mas, *a priori*, conforme veremos na próxima seção, isto não traduz desvantagens ou vantagens de um

modelo ou de outro, posto que a literatura empírica sugere que o **problema crucial** deve recair, mais fundamentalmente, sobre a **escolha** dos *inputs* e *outputs* a serem utilizados, tal como já foi enfatizado na seção precedente. Essa conclusão foi antecipada por Stigler (1976, cf. citado por Fried *et alii*, 1993).<sup>1</sup>

### III.2 Os modelos utilizados

Em virtude da necessidade de atendimento de choques positivos de demanda, pode-se supor que organizações hospitalares públicas operam sempre (ou deveriam operar) com excesso de capacidade (ver a esse respeito, Fare *et alii*, 1989). Sendo assim, equilíbrios de curto prazo não seriam freqüentes em tais organizações. O modelo CCR pressupõe a presença de retornos constantes de escala, cuja existência, de acordo com a teoria microeconômica, é mais usual quando são considerados prazos mais longos. Nesse sentido, o modelo CCR explicita melhor situações de desequilíbrio de longo prazo. No presente estudo, valoriza-se, portanto, situações de equilíbrio de longo prazo e o modelo CCR será, em princípio, mais intensivamente utilizado. Observe-se que o modelo BCC também será utilizado, pois permite estimar a natureza dos retornos de escala dos hospitais e a realizar algumas interpretações sobre a escala de operação dos mesmos em subseção específica (IV.3) do trabalho. Deve-se ressaltar que a introdução da restrição adicional (ver os modelos a seguir) que permite a assimilação de retornos variáveis de escala no modelo BCC faz com que a sua capacidade discriminatória seja menor. Toda a DMU eficiente no modelo CCR será eficiente no modelo BCC, mas a recíproca não é verdadeira (para detalhes, ver Marinho, 1996).

Os modelos escolhidos são orientados no sentido dos *outputs* (*output oriented*) por razões que podem ser, principalmente, identificadas na natureza de **serviço público** dos hospitais sob análise. Os quantitativos de alguns de seus principais insumos não podem ser reduzidos, pelo menos no sistema tomado como um todo. Médicos e demais funcionários públicos são (razoavelmente) estáveis e instalações não podem ser vendidas. Aceita tal hipótese, a pressuposição de maximização de *outputs* dados os *inputs* parece mais adequada. De qualquer modo, o modelo CCR é invariante no que se refere à orientação escolhida (ver Charnes *et alii*, 1978).

---

1 De acordo com Fried *et alii* (*op. cit.*), Stigler (1976, p. 4) já observava “...a ineficiência medida pode ser reflexo de falhas em incorporar as variáveis e a restrições corretas e de especificar corretamente os objetivos econômicos de uma unidade produtiva.” Por outro lado, no limite, conforme Frank Knight observou já em 1933 (cf. citado por Fried *et alii*, *op. cit.*), “...se todos os produtos e todos os insumos forem incluídos, então, como nem matéria e nem energia podem ser criadas ou destruídas, todas as unidades devem obter o mesmo escore unitário de produtividade.”

O modelo CCR considera o seguinte problema de programação linear fracionária:

$$\max_{u,v} h_k = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (1)$$

sujeito a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (\text{para } j=1,2,\dots,k,\dots,n) \quad (2)$$

$$u_r > 0 \quad (\text{para } r=1,\dots,s) \quad v_i > 0 \quad (\text{para } i=1,\dots,m) \quad (3)$$

O problema anterior é resolvido para cada DMU tomada como referência, de modo que existam  $n$  problemas de programação linear a serem solucionados. A solução deve gerar preços-sombra (os multiplicadores) ótimos para os *inputs* e *outputs*, considerando-se as restrições de que nenhuma DMU pode estar além da fronteira (restrição 2) e de que os multiplicadores sejam positivos (restrição 3). O problema não é linear, mas foi demonstrado em Charnes & Cooper (1962) que ele pode ser transformado em um problema equivalente de programação linear conforme a seguir:

$$\max_{u,v} w_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (4)$$

sujeito a:

$$-\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq 0 \quad \text{para } j=1,\dots,n \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (6)$$

$$u_r > 0 \quad \text{para } r=1,\dots,s \quad v_i > 0 \quad \text{para } i=1,\dots,m \quad (7)$$

O problema precedente é um problema de programação linear, admitindo uma representação dual da seguinte forma:

$$\min \theta \quad (8)$$

$$-\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + \theta x_{ik} \geq 0 \quad \text{para } i = 1, \dots, m \quad (9)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \quad \text{para } r = 1, \dots, s \quad (10)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad \text{para } j = 1, \dots, n \quad (11)$$

Por sua vez, o modelo BCC (ver, a propósito, Banker, Charnes & Cooper, 1984, para esclarecimentos adicionais) considera a representação dual anterior, com a restrição adicional (que corresponde ao acatamento dos retornos variáveis de escala) de convexidade nos multiplicadores de *inputs* e *outputs*, ou seja,

$$\sum \lambda_j = 1 \quad (12)$$

### III.3 Os modelos executados

Os dados foram obtidos no Ministério da Educação, estando ainda sujeitos a futuras modificações importantes, razão pelas quais algumas preocupações referentes aos mesmos, principalmente no que se refere a uma melhor homogeneização das unidades sob análise, não foram consideradas, pois poderiam inviabilizar o estudo. A principal preocupação continua sendo demonstrar e oferecer aos gestores do sistema hospitalar universitário federal brasileiro (quiçá de sistemas correlatos) um aparato conceitual e prático capaz de auxiliá-los em suas tarefas - árduas - de superação de problemas de coordenação, avaliação e desenho de esquemas de incentivos.<sup>2</sup> Como todos os hospitais incluídos no

2 Aliás, essa é uma postura (reconhece-se) presente também em Zuckerman *et alii* (1994), onde se reconhece que "...existem diferenças estruturais nos custos relacionados à propriedade, ao status do ensino, à locação rural/urbana e ao volume do Medicare como proporções do volume total do hospital." Ainda assim, prosseguem esses autores, "Primeiramente, nós estimamos uma única fronteira de custos baseada em dados de todos os hospitais..." Nyman & Bricker (1989) ressaltam que tal procedimento é usual na literatura, enfatizando que "Agindo como Wilson and Jadow (1982) and Register and Bruning (1987), nós não fazemos distinção entre as firmas antes da aplicação de DEA."

presente estudo são hospitais universitários federais, algum grau de homogeneidade já está presente. Além disso, ênfase especial será dada aos aspectos ligados ao ensino e à pesquisa, característicos nessas instituições, sem prejuízo dos desdobramentos do estudo que os autores pretendem implementar.

Muito embora pretenda-se realizar a análise de todo o conjunto de resultados obtidos para os HUs, alguns *inputs* e *outputs* merecem atenção especial, em virtude de, especificamente, caracterizarem os hospitais universitários enquanto centros voltados para o ensino e a pesquisa. Este é o caso dos seguintes *inputs*: “número de docentes pagos pelo MEC - (*DOCENTES*)”; “número de médicos internos - (*MEDINT*)”; “número de médicos pagos pelo MEC - (*MEDMEC*)”; “número de médicos residentes - (*MRESID*)” Tal peculiaridade também se aplica (com particular especificidade) ao *output* “Fator de Incentivo ao Desenvolvimento do Ensino e da Pesquisa em Saúde - (*FIDEPS*)” Muito embora, na prática, a variável *FIDEPS* somente possa assumir os valores 0,0; 0,25; 0,50 e 0,75, tal restrição (passível de implementação) não foi considerada no modelo, pois qualidade sempre pode ser incrementada. Os autores dispõem de resultados de um modelo com *FIDEPS* (embora contínuo) assumindo valores apenas no intervalo [0, 0,75]. O *ranking* geral das unidades não é modificado, e nenhuma unidade deixa de fazer parte da fronteira de eficiência, ou passa a fazer parte dela em virtude de tal restrição, ou seja, a fronteira de eficiência é invariante a essa restrição. Nos desdobramentos (previstos) dessa pesquisa essas variáveis merecerão maiores investimentos analíticos.

### III.4 Resultados básicos

A presente seção exhibe e analisa os principais resultados obtidos no exercício proposto. O primeiro resultado a ser assinalado a partir da aplicação de DEA é o *ranking* dos HUs, que se reproduz na Tabela 1 a seguir, em que os escores dos 43 HUs foram obtidos com o modelo CCR e dados para 1996.

**Tabela 1**  
**Organizações Hospitalares Universitárias: Escores de Eficiência**

Unidade	Escore	Unidade	Escore	Unidade	Escore
UFBA1	32.13	UNIRIO	73.18	UFMT	100.00
UFRJ2	37.97	UFPB1	73.41	UFPA2	100.00
UFSM	40.05	UFPA1	73.74	UFPB2	100.00
UNB	49.84	UFPR	77.85	UFPEL	100.00
UFMG	58.33	FURG	86.65	UFRJ1	100.00
UFG	59.29	UFAL	93.72	UFRJ3	100.00
FUFMS	59.80	UFRJ7	96.84	UFRJ4	100.00
UFES	59.84	UNIFESP	97.76	UFRJ5	100.00
UFF	60.23	UFRJ8	99.30	UFRN2	100.00
UFRJ6	62.24	FMTM	100.00	UFRN3	100.00
UFSC	67.94	UFBA2	100.00	UFRN4	100.00
UFPE	69.98	UFBA3	100.00	UFRN5	100.00
UFC1	70.77	UFC2	100.00	UFU	100.00
HCPA	72.29	UFJF	100.00		
FUAM	72.42	UFMA	100.00		

Obs: A identificação apenas indicativa das observações deve-se ao caráter preliminar destas estimativas.

Embora importantes, os números obtidos não devem ser objeto de reverência por parte do leitor e de avaliadores do sistema. Na realidade, tais resultados expressam, apenas, uma das potencialidades do modelo, e o atrativo especial de converter um problema muito complexo<sup>3</sup> em representação numérica sintética.

Mais relevante, talvez, é reconhecer que o fato de 19 HUs receberem escores iguais a 100 não os converte em ilhas de eficiência - o grau de eficiência é indicador de consistência e de balanceamento de *inputs* e de *outputs* - e tampouco recomenda avaliar mal, de imediato, unidades com escores mais baixos. Na verdade, os modelos de DEA permitem que o valor máximo dos escores seja qualquer número real positivo, possibilitando atribuir valor máximo igual a 50, por exemplo, caso se deseje evitar resultados por demais emblemáticos ou associados a desempenhos em exames.

Uma outra questão que pode intrigar o observador é a aparente baixa capacidade de discriminação do modelo, decorrente da alta concentração de unidades com escores próximos ou iguais a 100. Deve-se esclarecer que essa característica, tecnicamente superável (cf. Andersen & Petersen, 1993, por exemplo), é comum em modelos de DEA,

3 “Hospitais têm sido reconhecidos como das mais complexas organizações” segundo P. F. Drucker em 1988, cf. citado por Chilingirian (1994).

como acentuado por Marinho (1996), não devendo configurar motivo de maiores preocupações.

Como já assinalado, eficiências máximas não traduzem falta de problemas, mas a frequência, magnitude e o tipo de problemas encontrados nas unidades ineficientes recomendam investigações e cuidados com todo o sistema. Ferrier & Valdmanis (1996), já chamam a atenção para o fato de que “... a eficiência de hospitais públicos poderia ser melhorada se eles fossem operados como sistema ao invés de o serem como hospitais individuais.”

#### **IV Extensões: hospitais de referência, o produto potencial dos hospitais e os retornos de escala dos HUs**

Como foi enfatizado ao final da seção anterior, o que realmente importa para a análise de eficiência, antes de valores absolutos, são os valores relativos dos escores atribuídos às unidades avaliadas. Reconhecido isto, pode-se, como desdobramento dos resultados anteriores e a partir de inspeção, fazer inferências sobre a distância entre os valores efetivos de *inputs* e de *outputs* apresentados pelas unidades e os valores ótimos (*targets*) - indicadores de padrão e *best practice* nos casos considerados - preconizados pela solução do problema. A obtenção dessas magnitudes será melhor explicada na subseção que se segue.

##### **IV.1 Os conjuntos de referência (os pares)**

Os níveis ótimos de produção e de consumo, os *targets*, são obtidos por meio de projeção das unidades ineficientes para a fronteira de eficiência. Seja a  $DMU_j$  uma unidade ineficiente qualquer correspondendo ao ponto de coordenadas  $(x_j, y_j)$ . Esse ponto pode ser projetado para a fronteira, ou seja, para o ponto eficiente de coordenadas  $(x'_j, y'_j)$ , que pode ser expresso como uma combinação convexa de pontos, ou DMUs, eficientes de coordenadas  $(x_k, y_k)$ ,  $k=1...l$ , ou seja,  $x'_j = \sum \lambda_k * x_k$  e  $y'_j = \sum \lambda_k * y_k$ , com  $\sum \lambda_k = 1$ ,  $\lambda_k \geq 0$ .

Uma unidade ineficiente pode ser levada para a fronteira por intermédio de combinações lineares dos elementos de seus respectivos conjuntos de referências ou pares (*peers*), e as unidades eficientes, ou pares, formam o conjunto de referência para as unidades ineficientes. Mais especificamente, e nos termos da Figura II,  $OH_2$  e  $OH_3$  (o conjunto de referência para a unidade  $OH_1$ ), estariam ligados por uma reta, e  $OH_1$  poderia ser levada para qualquer ponto desta reta, incluindo os extremos, valendo notar que, mais

genericamente e no caso de retornos constantes de escala (e equilíbrio no sistema, cf. a seguir), as unidades eficientes podem servir de referência para outras unidades eficientes.

Adicionalmente, a observação das DMUs que se revelam mais freqüentes (ou mesmo das mais infreqüentes) como pares de referência pode dar aos gestores condições de aprimorar as informações obtidas no *ranking* das unidades. Unidades eficientes que sirvam de referência com muita freqüência representariam modelos de gestão significativos, e as de menor freqüência sinalizariam especializações para o sistema.

O importante a reter é que se propõe que a eficiência não deva ser alcançada por “saltos”, mas estar referida a unidades similares, e a Tabela 2, a seguir, lista as freqüências absoluta e relativa com que unidades eficientes apareceram como referência para alguma unidade ineficiente. Os hospitais UFRN4, UFRN5, e UFRN2, pela ordem, destacam-se como os mais freqüentes pares para os HUs ineficientes, respondendo, em conjunto, por 44,10% da freqüência total do conjunto de referência.

**Tabela 2**  
**Freqüência dos Hus Eficientes nos Conjuntos de Referência**

Unidade Eficiente	Freqüência Absoluta	Freqüência Relativa (%)
UFU	1	0,43668122
UFRJ3	1	0,43668122
UFJF	1	0,43668122
UFRJ5	3	1,31004367
UFPEL	3	1,31004367
UFPB2	3	1,31004367
UFMT	3	1,31004367
UFBA3	3	1,31004367
UFRN3	7	3,05676856
UFRJ4	7	3,05676856
UFRJ1	11	4,80349345
UFPA2	15	6,55021834
UFBA2	15	6,55021834
UFMA	17	7,42358079
UFC2	17	7,42358079
FMTM	21	9,17030568
UFRN2	23	10,0436681
UFRN5	35	15,2838428
UFRN4	43	18,7772926
	229	100

Pode-se notar, de modo especial para o hospital UFRN4, conforme foi assinalado nos parágrafos anteriores, que hospitais (DMUs) eficientes podem servir de referência para

outros hospitais eficientes, inclusive para si próprios. A fronteira eficiente é composta de segmentos de reta (*piecewise linear*) e no modelo CCR, particularmente, a fronteira passa pela origem dos pontos. Qualquer ponto de fronteira pode ser obtido a partir das coordenadas de um único qualquer outro ponto na fronteira. O gestor individual bem informado deve ser capaz de filtrar essa informação observando as unidades que lhe sirvam como referência de modo mais efetivo. O gestor do sistema pode observar características gerais das unidades de referência, conforme a observação de Ferrier & Valdmanis (1996) já citada ao final da seção III.4, que enfatiza as vantagens da administração sistêmica de hospitais.

## IV.2 O produto potencial das unidades hospitalares

Pode-se passar ao exame mais pormenorizado e desejavelmente crítico das distâncias entre os valores observados e valores ótimos, ou *targets*, estabelecidos para os HUs. Isso pode - e deve - ser feito para cada DMU identificada como ineficiente assim como para todo o sistema. Esse exame é feito por meio da projeção, para a fronteira de eficiência, dos valores de produção (*outputs*) e de consumo (*inputs*) das unidades ineficientes, conforme descrito na subseção anterior.

Como já foi assinalado, todas as aparentes prescrições presentes nos comentários anteriores devem ser drasticamente qualificadas, em princípio, pelos resultados individuais dos HUs, uma vez que o sistema como um todo somente se ajustaria aos padrões sugeridos de eficiência via operação e gerenciamento de suas unidades descentralizadas. Ainda que esse exercício não venha a ser feito aqui de forma completa (para o que se dependeria inclusive de consultas às unidades avaliadas), algumas qualificações importantes podem ser apresentadas, como se fará a seguir.

A eficiência global de uma unidade qualquer, representada pelos seus escores de eficiência, estará no intervalo fechado entre 0 e 1 ou 0 e 100%. Se, por exemplo, for possível expandir a produção ( $y$ ) em 100%, a eficiência será igual a 50%. Se não for possível expandir a produção, a eficiência será igual a 100%. Dentre as unidades com baixo escore de eficiência, aquela de pior desempenho relativo é a UFBA1, cujo escore foi 32,13. Mediante a exploração dos *targets*, ou seja, dos valores ótimos de produção e consumo, pode-se obter o quadro geral de produção e consumo que, **respeitando as restrições**, levaria uma unidade para a fronteira de eficiência. Veja-se o caso da unidade UFBA1. Ela produziu 2.039 INTERNAÇÕES. A sua produção ótima de INTERNAÇÕES seria igual a 6.346, resultado obtido na resolução do modelo. No caso da variável CONSULTAS, o valor efetivamente observado foi igual a 63.695, mas o valor ótimo

encontrado na solução do modelo foi igual a 198.265. No caso da variável representativa dos dispêndios financeiros FINTOT, a unidade consumiu R\$ 21.736.586,00, mas o valor ótimo calculado foi de R\$ 12.331.593,90. O número de médicos residentes efetivo, representado pela variável MRESID, foi de 118, enquanto o valor ótimo foi igual a 50. Tal quadro de análise está disponível para todas as variáveis e todos os insumos e produtos, mas, obviamente, a sua extensão não permite a sua apresentação em um artigo como este. Pode-se alegar que existe uma discrepância muito grande entre os valores ótimos e os efetivos, mas, como todas as restrições são respeitadas, as impossibilidades matemáticas estão descartadas. Além disso, trata-se de um caso extremo de desempenho destoante, propositadamente provocador. Mais importante é assinalar, olhando o quadro agregado a seguir apresentado, que alguns *inputs* e alguns *outputs* apresentam problemas para o conjunto do sistema. Em Façanha & Marinho (1999) observa-se que, em alguns casos, pequenas redistribuições entre DMUs podem levar a ganhos também muito elevados de eficiência nas DMUs. No que se refere aos aspectos gerenciais mais microeconômicos, deve-se procurar DMUs de referência com escalas de operações próximas das unidades com escores muito baixos.

Como o presente texto tem por objetivo motivar avaliações, mais do que proceder a diagnósticos de eficiência, o recurso à agregação dos dados é, em princípio, legítimo. Note-se que a agregação é feita respeitando as restrições individuais e coletivas, e que ajustes propostos para a fronteira descartam “saltos de escala”, como já foi assinalado. Deve-se também notar, por outro lado, que benefícios apenas marginais de eficiência comparativa podem estar associados a impactos significativos sobre a eficiência das unidades, cf. se argumentará a seguir.

Na Tabela 3, a seguir, o leitor encontrará, para cada *input* e para cada *output* considerado, valores observados agregados - (A), e os valores agregados do produto potencial - (B).

**Tabela 3**  
**Valores Agregados Efetivos e Potenciais**

Inputs (-) & Outputs (+)	Valor Efetivo (A)	Valor Potencial (B)	B-A	Redução (-) ou Aumento (+) Potencial
(-) ÁREA	1.022.375,50	572580	(-) 449.795,5	(-) 44,0%
(-) SALACA	129	94,9	(-) 34,1	(-) 26,4%
(-) SALAAM	3.181	2.610,5	(-) 570,5	(-) 17,9%
(-) SALACC	347	285,8	(-) 61,2	(-) 17,6%
(-) DOCENTES	5.787	3.463,2	(-) 2.323,8	(-) 40,2%
(-) MEDMEC	4.645	3.328,8	(-) 1.316,2	(-) 28,3%
(-) FUNTOT	51.297	42.244	(-) 9.052,8	(-) 17,6
(-) MRESID	3.435	1.892,4	(-) 1.542,6	(-) 44,9%
(-) MEDINT	4.475	2.999,9	(-) 1.475,1	(-) 33,0%
(-) FINTOT	911.919.194	488.959648	(-)	(-) 46,4%
			422.959.546	
(-) LEITOS	10.275	9.213,4	(-) 1.061,6	(-) 10,3%
(+) INTERN	178.620	269.036,5	(+) 90.416,5	(+) 50,6
(+) CONSULTAS	4.940.224	6.412.956,3	(+)	(+) 29,8
			1.472.732,3	
(+) CIRURGIAS	191.270	268.961,3	(+) 77.691,3	(+) 40,6%
(+) FIDEPS	28,75	59,0	(+) 30,2	(+) 104,9%

Os resultados anteriores sugerem que haveria potencial para expansão da produção de vários *outputs*, assim como possibilidades de reduções significativas nos valores efetivos de utilização dos *inputs*. Por exemplo, a área total utilizada pelo conjunto dos HUs é 44% maior do que a área recomendada pelo *target* agregado.

O número de docentes (DOCENTES) também excede bastante (40,2%) o valor ótimo calculado, e o número de médicos residentes (MRESID) também estaria superdimensionado em 44,9%. Essa associação é problema comum em hospitais universitários, e Kooreman (1994a), por exemplo, assinala que “*trainees podem exercer um efeito negativo no escore de eficiência, pois o seu treinamento requer tempo e atenção de outras categorias de pessoal.*” O sistema formado pelo conjunto dos HUs também depende recursos financeiros (FINTOT) em excesso (46,4%) ao *target* agregado obtido.

Por outro lado, um *input* com ajustamento bastante razoável é o número de leitos hospitalares (LEITOS). A literatura - cf., por exemplo, Eakin (1991), Fare, Grosskopf & Valdmanis (1989), Byrnes & Valdmanis (1994) e Vitaliano & Toren (1994) - assinala que a variável número de leitos é representativa do estoque de capital e tamanho dos hospitais. Desse modo, pode-se, com aproximação qualificada, inferir que o tamanho global do sistema está razoavelmente ajustado.

Do ponto de vista dos *outputs*, os resultados indicam que o sistema poderia aumentar substancialmente o número de internações (INTERN) em 50,6% e de cirurgias (CIRURGIAS) em 40,6%. O caso da variável FIDEPS (ver a seção II para esclarecimentos), sobre a qual se deve ter atenção especial, é sintomático. Muito embora essa variável seja um indicador de qualidade que não pode simplesmente ser objeto de agregação por meio de soma, a distância entre os valores efetivos e ótimos (os *targets*) é considerável. Claramente, o sistema não estaria operando com níveis satisfatórios de qualidade, à luz dos critérios de atribuição de valores para o FIDEPS.

### IV.3 A natureza dos retornos de escala

A aplicação do modelo BCC (cuja totalidade de resultados, em parte redundantes com os do modelo CCR, não será aqui exibida) permite, com as ressalvas já feitas (observe-se, em particular, a restrição 12), inferir a natureza dos retornos de escala presentes nas unidades analisadas. Essa extensão da análise é importante e útil como complemento a comentários anteriores, uma vez que os retornos de escala podem estabelecer limites técnicos e de gestão. Intuitivamente, a convexidade dos pesos asseguraria que a transposição de uma unidade para a fronteira corresponderia à definição de unidade composta cujas referências teriam escalas similares, o que não ocorre no modelo CCR.

Em particular, os gestores “herdam” muitas das condições de operação de suas unidades que estão sintetizadas nos retornos de escala, o que resulta em dificuldades para ajustamentos específicos nas operações dos HUs, assim como no sistema. Na melhor das hipóteses (de operação eficiente), os retornos decrescentes de escala (DRS) podem estar indicando a superação de escala mínima eficiente e que aumentos desejados de *outputs*, decorrentes de pressão de demanda pelos serviços hospitalares, podem não ser recomendáveis sob um ponto de vista estritamente econômico. Para unidades ineficientes, os DRS indicam que a busca de eficiência técnica pode requerer eliminação de capacidade ociosa via reduções de *inputs* em medida mais do que proporcional a reduções de *outputs*. Esse não seria o caso quando da ocorrência de retornos constantes de escala, em que o tamanho se revela apropriado e aumentos (diminuições) de *outputs* requerem aumentos (diminuições) proporcionais de *inputs*.

No caso de retornos crescentes de escala, a expansão dos *outputs* deve ocorrer de modo mais do que proporcional à expansão dos *inputs*. Em todos os casos, as evidências recomendam questionar a função de custos e seu formato (tarefa que se encontra fora do alcance do presente estudo, mas que se pretende executar em estudos posteriores) e o

tamanho das unidades avaliadas, assim como associações possíveis entre o tamanho e a eficiência, como se fará a seguir.

As evidências relativas a retornos de escala podem ser examinadas na Tabela 4. Pode-se notar que, no total dos 43 HUs examinados, 30 apresentaram retornos decrescentes de escala (DRS), 10 apresentaram retornos constantes de escala (KRS) e apenas 3 HUs apresentaram retornos crescentes de escala (CRS). Cotejando esses resultados com os da Tabela 1, pode-se verificar que dos 30 HUs com DRS, 21 são não eficientes, e que dos 13 HUs que operam com retornos constantes ou crescentes de escala, 10 HUs são eficientes. As freqüências relativas de “não eficiência/DRS”, de 48,8%, e de “DRS”, de 69,8%, são bastante elevadas. Tais resultados indicam, em princípio, aspectos de rigidez para os ajustamentos dos valores observados de *inputs* e de *outputs* dos HUs aos valores recomendados pela análise. Vale notar que a discrepância nas naturezas dos retornos de escala para o caso de hospitais já foi assinalada pela literatura especializada (ver, por exemplo, Eakin & Kniesner, 1988, e Byrnes & Valdmanis, 1994).

**Tabela 4**  
**Natureza dos Retornos de Escala dos Hus**

Unidade	Retornos de Escala	Unidade	Retornos de Escala	Unidade	Retornos de Escala
FUAM	DRS	UFRJ7	DRS	UFC2	KRS
HCPA	DRS	UNIRIO	DRS	UFBA3	KRS
UFG	DRS	UNIFESP	DRS	FMTM	KRS
UFMG	DRS	UFRJ8	DRS	UFMA	KRS
FUFMS	DRS	UFBA2	DRS	UFJF	KRS
UFBA1	DRS	UFPA1	DRS	UFPB2	KRS
UFES	DRS	UFPR	DRS	UFPEL	KRS
UFF	DRS	UFRJ3	DRS	UFU	KRS
UFSC	DRS	UFRJ1	DRS	UFRN5	KRS
UFSM	DRS	UFPA2	DRS	UFRN3	KRS
UNB	DRS	UFRJ4	DRS	UFRJ2	CRS
UFC1	DRS	UFMT	DRS	UFAL	CRS
UFPE	DRS	UFRJ5	DRS	FURG	CRS
UFRJ6	DRS	UFRN2	DRS		
UFPB1	DRS	UFRN4	DRS		

DRS: retornos decrescentes de escala.

KRS: retornos constantes de escala.

CRS: retornos crescentes de escala.

Convém agora passar ao exame da associação entre o tamanho dos hospitais e a eficiência. Na verdade, essa é linha de muito interesse da literatura, e Byrnes & Valdmanis

(*op .cit.*) já sugeriram que a curva de custos dos hospitais seguem “... *a curva de custos tradicional com formato de U*”, ou seja, que os hospitais de tamanho “médio” (no caso, de aproximadamente 230 leitos) tendem a ser mais eficientes. Mas há divergências quanto ao ponto, e Ferrier & Valdmanis (1996) afirmam que “... *grandes e pequenos hospitais são relativamente mais eficientes tecnicamente do que os hospitais de tamanho médio.*” Eakin (1991), por sua vez, afirma que “... *o tamanho do hospital, medido pelo número de leitos é positivamente correlacionado com ineficiências alocativas.*”

A Tabela 5, a seguir, ilustra a situação verificada no presente trabalho. Como se pode ali verificar, a média da eficiência técnica dos hospitais que possuem até 200 leitos é 32,73% maior do que a média da eficiência dos hospitais que oferecem mais do que 200 leitos.

**Tabela 5**  
**Número de Leitos X Eficiência Técnica dos HUs**

Número de Hospitais	Número de Leitos	Eficiência Média
21	Até 200	94,56
22	200 – 984	71,24

A eficiência é, aparentemente, função decrescente do tamanho dos hospitais. Entretanto, e como se apontou ao início desta subseção, se tal fenômeno da associação negativa entre eficiência e tamanho é discutível no caso de hospitais, no caso de hospitais universitários devem ser pelo menos ventilados os problemas de pressões de demanda por muitos de seus serviços, assim como problemas peculiares de coordenação das instituições hospitalares e de ensino, como Façanha & Marinho (1998) e Kooreman (1994a) já o fizeram. Feita essa ressalva, a subseção que se segue procura examinar com mais cuidado a validade daquela associação.

#### **IV.4 Testes não-paramétricos e fronteiras de eficiência**

A adequação de estatísticas não-paramétricas ao estudo de dados em ciências do comportamento está exposta em Siegel (1975). A aplicação inicial desses testes em contextos de análise de envoltória de dados - DEA, está em Charnes *et alii* (1981), onde foi testada a hipótese nula de igualdade entre dois programas educacionais mutuamente excludentes, que se configuravam em partições do universo de análise, com níveis diferentes de eficiência técnica. Esse desdobramento metodológico permite, de certo modo, distinguir

se o analista se defronta com duas fronteiras de eficiência totalmente distintas, ou seja, programas de potencial de eficiência distintos, ou se, na realidade, a existência de unidades ineficientes se deve a problemas de administração. Gstach (1995), e Brockett & Golany (1996) desenvolvem e aprimoram o procedimento de Charnes *et alii* (1981), e Marinho (1996) desenvolve e apresenta um roteiro básico de procedimentos para aplicação desses testes, conforme a seguir.

- P1** – dividir, de acordo com as conveniências de análise, o conjunto de todas as unidades tomadoras de decisão (*decision making units DMUs*) em dois subconjuntos (partições do total) consistindo, cada um deles, de um quantitativo de  $n_1$  e  $n_2$  DMUs, respectivamente. Executa-se DEA em ambos os grupos separadamente;
- P2** – em cada grupo, isoladamente, ajustar as DMUs ineficientes para os seus *targets* (projeção para a fronteira eficiente);
- P3** – executar DEA para o conjunto global formado pela união dos dois subgrupos “ajustados”;
- P4** – aplicar os testes estatísticos não-paramétricos julgados adequados aos coeficientes de eficiência gerados em P3, para testar a hipótese nula de igualdade estatística entre os subgrupos iniciais.

Ressalte-se que a partição inicial dos dois grupos pode ser feita de modo *ad hoc*, de acordo com as conveniências do investigador. No presente trabalho, será resultado da aparente predominância, observada, dos hospitais universitários de menor porte sobre os de maior porte, conforme já assinalamos. Assim, os hospitais serão separados em dois grupos: até 200 leitos (21 hospitais) e acima de 200 leitos (22 hospitais). Essa divisão em dois grupos de tamanho praticamente iguais evita, inclusive, que um grupo tenha escores em média maiores do que o outro somente pela diferença de tamanho, pois, dado um conjunto de *inputs* e *outputs*, grupos menores tendem a ter maior porcentagem de DMUs eficientes. Tal viés prejudicaria os testes.

A aplicação dos procedimentos P1-P6 nos 43 hospitais do presente estudo gerou os resultados resumidos pela Tabela 6 a seguir.

**Tabela 6**  
**Resultados da Aplicação dos Procedimentos P1-P6 aos HUs.**

Hospitais	Número de Hospitais	Eficiência Média	Desvio Padrão	Eficiência Mínima	Eficiência Máxima e (número de casos)
Grandes (acima de 200 leitos)	22	74,22	19,40	32,09	100,00 (1)
Pequenos (abaixo de 200 leitos)	21	99,69	1,40	93,59	100,00 (20)

Como se pode inferir da simples inspeção da Tabela 6, a discrepância entre as características dos hospitais dos dois grupos analisados é muito evidente, e aparentemente desfavorável aos hospitais maiores. Além das diferenças entre médias e desvios padrões dos dois grupos, vemos que apenas um hospital grande teve eficiência igual a 100%, após as correções proporcionadas pelos procedimentos P1-P6. Por outro lado, apenas um hospital classificado como pequeno hospital não teve eficiência igual a 100%. Mesmo após a projeção intra-grupos para as fronteiras de eficiência respectivas, a aplicação da DEA ao conjunto total de hospitais não suscita dúvidas sobre as diferenças entre os desempenhos dos hospitais com mais de 200 leitos e os hospitais com menos de 200 leitos.

Os testes para a hipótese nula de igualdade das fronteiras dos dois grupos podem adicionar esclarecimentos e resumir aquela apreensão. O teste de Mann-Whitney U é um teste não-paramétrico equivalente ao teste t, que objetiva testar se duas amostras independentes pertencem à mesma população. As observações dos dois grupos são combinadas, gerando um *ranking* que deve estar aleatoriamente equilibrado entre as duas amostras. O número de vezes que um escore de uma observação de cada um dos grupos antecede o do outro é computado gerando dois números correspondendo a uma estatística que é o menor dos dois números. Este teste foi utilizado por Brockett & Golany (1996) [programas do setor educação nos Estados Unidos] e por Prior (1996) [hospitais gerais na Espanha], e é válido para amostras independentes, e quando se pode supor um grau razoável de independência das operações dos HUs tomados individualmente. Entretanto, quando esse não é o caso, ou quando se reconhece que a medida de eficiência adotada é **relativa** e obtida por comparação, deve-se recorrer ao teste de Wilcoxon W, recomendado para amostras dependentes. A estatística W deste teste é a soma dos *rankings* da amostra menor ou, em caso de amostras de mesmo tamanho, daquela que for listada primeiro. No presente caso, além da relatividade dos escores de eficiência, existem subordinações institucionais dos HUs aos Ministérios da Educação e do Desporto e ao Ministério da Saúde que recomendariam a adoção da hipótese de dependência.

Para os dados resumidos na Tabela 6, tanto o teste de Mann-Whitney U, válido para amostras independentes, quanto o teste de Wilcoxon W, recomendado para amostras

dependentes, rejeitaram a hipótese nula da igualdade entre as fronteiras. O **valor de prova** para ambos os testes é igual a **zero (0,000)** e a hipótese nula de que não haja diferença entre as fronteiras é rejeitada para quaisquer níveis de testes. A associação identificada entre (in)eficiência e tamanho dos hospitais não é rejeitada pelos testes.

## V Desdobramentos: problemas de coordenação

Para este estudo, convém enfatizar, não é esperado que ineficiências sistêmicas, tais como as sintetizadas, por exemplo, pelas informações da Tabela 3, venham a ser superadas por ajustes “automáticos” de valores efetivos aos *targets* sugeridos pela DEA. Também não se deve pressupor que os ajustes venham a ser precisamente os ajustes que foram sugeridos pelo exercício, uma vez que a DEA apenas fornece representação sintética de inconsistências nos usos de *inputs* e na produção de *outputs*, sem tornar-se com isso prescritiva quanto a resultados a alcançar.

No momento, e sem perder de vista os tipos de problemas que podem levar a ineficiências dos hospitais universitários, interessa avançar na caracterização do setor dos HUs, tal como se fará na subseção que se segue.

### V.1 Ambiente, mercados, interdependência e eficiência dos HUs

Mais genericamente ainda, é importante reconhecer que as causas de ineficiências não residem nas disparidades de valores observados ante valores ótimos. No que diz respeito a setores específicos, e aos HUs em particular, a literatura especializada (cf. por exemplo, Eakin, 1991 e Gaynor & Vogt, 1999) permite apontar como possíveis causas de ineficiências os fatores seguintes:

1. a organização e o padrão de regulação e de interação que prevalece no setor hospitalar universitário e na indústria considerada;
2. problemas informacionais e de agenciamento (*agency*), e de conflitos de interesse e de desalinhamento de objetivos entre superiores hierárquicos (*principal*) e agentes (*agents*) do sistema e, associadamente;
3. questões relacionadas a modelos de custeio das operações hospitalares.

Os hospitais federais universitários brasileiros têm características semelhantes no que se refere às duas últimas classes (problemas informacionais e modelo de custeio) de óbices apontados. Torna-se, portanto, extremamente difícil isolar os defeitos dessas características sobre a eficiência de cada HU. Também não é tarefa trivial a sua modelagem no sistema como um todo. Em Façanha & Marinho (1999) o leitor encontra estudo sobre modelos de contratos de financiamento baseados em DEA, que podem incentivar a busca de eficiência por parte dos agentes que, naquele caso, eram instituições federais de ensino superior.

A organização do setor, em parte, pode ser refletida pela concentração presente nos seus “**mercados**” Este fator não é controlável pelos gestores, mas, certamente, constrange as suas possibilidades de desempenho. A literatura (por exemplo, Banker & Morey, 1986) os denomina, usualmente, de “*inputs não-discricionários*” (*nondiscretionary inputs*). Este é o caso do grau de concentração do mercado dos HUs. Sabe-se que a competição entre hospitais se dá apenas no âmbito local, pois “*O mercado de serviços hospitalares é, basicamente, um mercado local...*” (Eakin, *op. cit.*) O mesmo ponto de vista está explícito em Robinson (1988). No caso aqui estudado, o *locus* da competição dos HUs teria como limites geográficos os Estados da Federação, pois existe mobilidade de fatores de produção e de pacientes **dentro** dos Estados, o que praticamente não ocorre **entre** os mesmos.

A variável relevante para estabelecimento do grau de concentração dos mercados é, usualmente, o número de leitos (cf. Hay & Anderson, 1988; Robinson, 1988; Eakin, 1991). No caso dos HUs, entretanto, o número de leitos não parece ser a variável mais adequada, pois a oferta de leitos que seria relevante para caracterizar a oferta total nos Estados deveria incluir os hospitais não universitários. De qualquer modo, o número de leitos em cada HU já está representado pela variável LEITOS, presente em toda a análise.

A competição entre os HUs seria mais adequadamente refletida pelas variáveis específicas típicas de hospitais universitários, quais sejam: o número de médicos internos, o número de médicos residentes e o número de docentes. Como consequência, dois índices de concentração (índices de Herfindahl) podem ser calculados. O primeiro (HERFIDOC)) considera a variável DOCENTES como relevante para estabelecer o grau de competição. O segundo (HERFIENS) considera, para esse fim, uma variável denominada ENSINO, representativa da soma dos quantitativos dos médicos residentes (MRESID) e dos médicos internos (MEDINT), conforme as “*teaching units*” utilizadas por Thanassoulis (1993). Conforme ressaltado em Nyman & Bricker (1989), os efeitos do grau de concentração do mercado sobre a eficiência não podem ser determinados *a priori*.

Opiniões contraditórias aparecem na literatura. Register & Bruning (1987) consideram que maior competição está associada a maior eficiência dadas as pressões para melhor desempenho. Wilson & Jadow (1982) esperam que maior grau de competição se associe a menores índices de eficiência, pois os hospitais se envolvem em competição desnecessária no que se refere aos serviços prestados, descuidando-se dos lucros. Entende-se que a natureza da competição é que determina o sentido de sua influência sobre a eficiência. No caso dos hospitais universitários, vale também a ressalva de Fournier & Mitchell (1992), ao observar que a natureza de multiprodução da indústria hospitalar leva a esquemas diferentes de competição para cada categoria de bens ou serviços demandados ou produzidos por hospitais e, conseqüentemente, pode-se esperar diferentes influências dos índices de concentração em cada mercado. Os impactos da competição por docentes, ou por médicos residentes e internos, merece ser melhor analisada em estudos posteriores que combinem a DEA e a econometria mais tradicional.

Uma análise impressionista, conforme a Tabela 7 a seguir permite realizar, mostra que, excetuando-se o Estado do Paraná, valores unitários do índice de Herfindahl correspondem a valores muito altos (acima de 93%) ou a valores baixos (abaixo de 73%) de eficiência. Aparentemente, situações de concorrência nula (índice de Herfindahl com valor unitário) correspondem aos extremos superiores e inferiores da distribuição da eficiência dos HUs, com valores mais moderados do índice Herfindahl correspondendo a situações de eficiência intermediária. Essa é uma conjectura que merecerá maiores investigações nos desdobramentos posteriores dessa linha de pesquisa, quando será implementada uma investigação que combinará a DEA com a econometria mais tradicional. No presente momento não se pretende fazer maiores inferências, sob pena de que conclusões e relações de causa e efeito prematuras sejam elaboradas.

Uma outra variável de interesse é a **região geográfica** de operação do hospital. Conforme Nyman & Bricker (1989) ressaltam, “*A quantidade de recursos utilizados pode também aumentar com a renda da clientela.*” Nyman & Bricker (*op. cit.*) atribuem a esses recursos adicionais um aumento de ineficiência. Como existe uma grande disparidade de renda entre as regiões brasileiras, uma tabela representativa dessas regiões será introduzida na análise. No caso brasileiro, podem existir características, ou fatores específicos (p. ex. melhor qualificação da gerência) nas regiões mais ricas que neutralizem essa influência (cf. Nyman & Bricker, *op. cit.*). A Tabela 8 expõe a média de eficiência por região brasileira. Não são encontrados elementos para aceitar ou refutar, nem mesmo de modo impressionista, as hipóteses de Nyman & Bricker (*op. cit.*)

**Tabela 7**  
**Eficiência Média por Estado e Índices de Concentração**

UF	Eficiência média	HERFIDOC	HERFIENS
MA	100,00	1,00	1,00
MT	100,00	1,00	1,00
RN	100,00	0,56	0,47
SP	97,76	1,00	1,00
AL	93,72	1,00	1,00
MG	89,58	0,51	0,38
PA	86,78	0,76	0,71
PB	86,71	0,52	0,58
CE	85,39	0,68	0,59
RJ	82,98	0,29	0,188
PR	77,85	1,00	1,00
BA	77,38	0,61	0,56
RS	74,75	0,33	0,36
AM	72,42	1,00	1,00
PE	69,98	1,00	1,00
SC	67,94	1,00	1,00
MS	59,98	1,00	1,00
ES	59,84	1,00	1,00
GO	59,29	1,00	1,00
DF	49,84	1,00	1,00

É visível, entretanto, na Tabela 8, que um maior número de HUs na região está associado a um maior nível de eficiência média. Uma hipótese a ser testada, posteriormente, é da existência de um mercado no nível regional, ao invés de estadual, para os HUs. A concentração nas regiões seria uma variável explicativa da eficiência.

**Tabela 8**  
**Eficiência Média por Regiões e Quantidade de HUs**

Região	Eficiência média	Quantidade de HUs
Nordeste	88,57	14
Sudeste	83,74	17
Norte	82,05	3
Sul	73,39	5
Centro-Oeste	67,23	4

Na realidade, o que se pode antever é a necessidade de realização de estudos sobre a influência das divisões geográficas e política do País, tanto sobre a localização e concentração quanto sobre a eficiência de HUs e de outras organizações hospitalares. Mais imediatamente, pode-se interpretar os resultados da presente subseção como indicativos de que a proximidade geográfica pode, por exemplo, propiciar e incentivar (no caso) a aquisição e uso de informações relevantes por parte dos HUs.

Tudo se passaria como se a “competição” e interdependência entre os HUs incorporasse ingrediente importante de “avaliação comparativa” aos mecanismos de funcionamento e regulação do setor, com reflexos positivos sobre a eficiência individual das unidades. Tal interpretação corrobora a importância concedida por modernos regimes regulatórios à “*yardstick competition*” - cf. Schleifer (1985), Tirole (1990, p. 41-42, 47, 76, 401) e Resende (1998) -, por meio da qual, genericamente, reguladores baseiam a avaliação de agentes em referências e *benchmarks* (por exemplo: preço, custo, eficiência) extraídas do comportamento e desempenho de concorrentes. Como Schleifer (*op. cit.*) teria acentuado, e como se procurou assinalar anteriormente, benefícios apenas marginais em termos de eficiência comparativa podem estar associados a impactos significativos sobre a eficiência dos agentes.

No entender dos autores deste texto, esses comentários fortalecem crenças favoráveis no escopo e utilidade da DEA como mecanismo de avaliação comparativa (v. Laffont, 1994 e Bogetoft, 1994 para motivações adicionais), tema que pode integrar a agenda de desdobramentos recomendáveis do presente estudo.

## VI Comentários finais

Como desenvolvimento natural do presente trabalho, estudos subseqüentes deverão proceder à utilização conjunta da análise de envoltória de dados, dos modelos de regressão e das fronteiras estocásticas como metodologia de análise dos hospitais universitários federais brasileiros. A conveniência da combinação de análise de envoltória de dados com a econometria tradicional é frequentemente assinalada na literatura.

Um bom estudo da complementaridade entre os modelos de DEA e os modelos de regressão na avaliação de hospitais aparece em Thanassoulis (1993). Para a avaliação do debate entre as posições que se concentram mais na utilização de fronteiras não-estocásticas, e as que propõem recorrer às fronteiras estocásticas, o leitor pode recorrer a Hadley & Zuckerman (1994), a Vitaliano & Toren (1994) e a Kooreman (1994b). Um

estudo aplicado a universidades e que combina a DEA com elementos de análise multivariada aparece em Marinho *et alii* (1997).

A utilização de fronteiras estocásticas como metodologia de avaliação de hospitais é razoavelmente freqüente no exterior, embora, infelizmente, não se possa dizer o mesmo no que se refere ao Brasil. Essa metodologia tem como ponto de partida a estimação, via métodos econométricos tradicionais, de uma fronteira eficiente, e o ponto crucial, é (*que*) a especificação *a priori* da **tecnologia** de produção, com o **desenvolvimento de uma fronteira de possibilidades de produção** onde o erro estocástico é dividido em dois componentes: um com distribuição normal e outro unicaudal. A parcela unicaudal do erro, que pode seguir distribuições de probabilidades bastante específicas, serve para captar a distância entre a fronteira eficiente e os pontos não eficientes de produção.

Acredita-se, em particular, que o estudo aqui desenvolvido pode ser útil para fins de orientação de gestores de organizações hospitalares específicas, e como ilustração de propriedades positivas de mecanismos de coordenação de organizações hospitalares. Na medida em que enfatiza avaliações comparativas e não prescritivas de eficiência, oferece explicações para ineficiências, e sugere que as ineficiências apontadas venham a ser apreciadas e revisadas por gestores (individuais e do sistema hospitalar universitário) e incorporadas a desdobramentos posteriores da análise empreendida.

## Bibliografia

- Andersen, P. & Petersen, N. C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 39, n. 10, p. 1261-1264, Oct. 1993.
- Banker, R. D., Charnes, A. & Cooper, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30, p. 1078-1092, 1984.
- Banker, R. D., Conrad, R. F. & Strauss, R. P. A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: an illustrative study of hospital production. *Management Science*, v. 32, n. 1, p. 30-44, Jan. 1986.
- Banker, R. D. & Morey, R. Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. *Operations Research*, v. 34, n. 4, p. 513-521, 1986.
- Bogetoft, P. Incentive efficient production frontiers: an agency perspective on DEA. *Management Science*, v. 40, n. 8, p. 959-968, Aug. 1994.

- Brockett, P. L. & Golany, B. Using rank statistics for determining programmatic efficiency differences in data envelopment analysis. *Management Science*, v. 42, n. 3, p. 466-472, Mar. 1996.
- Byrnes, P. & Valdmanis, V. Analyzing technical and allocative efficiency of hospitals. In: Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (eds.), *Data envelopment analysis*. London: Kluwer Academic Publishers, 1994, p. 129-144.
- Charnes, A. & Cooper, W. W. Programming with linear fractional functionals. *Naval Research Logistic Quarterly*, v. 9, n. 3,4, p. 181-185, 1962.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.
- \_\_\_\_\_. Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. *Management Science*, v. 27, n. 6, p. 668-697, June 1981.
- Chilingerian, J. A. Exploring why some physicians' hospital practices are more efficient: taking DEA inside the hospital. In: Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (eds.), *Data envelopment analysis*. London: Kluwer Academic Publishers, 1994.
- Eakin, B. K. Allocative inefficiency in the production of hospital services. *Southern Economic Journal*, v. 58, n. 1, p. 240-248, July 1991.
- Eakin, B. K. & Kniesner, T. J. Estimating a non-minimum cost function for hospitals. *Southern Economic Journal*, v. 54, n. 3, p. 583-587, Jan. 1988.
- Façanha, L. O. & Marinho, A. Hospitais universitários: mecanismos de coordenação e avaliação comparativa de eficiência. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v. 6, n. 19, p. 201-235, Abril/Junho 1998.
- \_\_\_\_\_. A. Instituições federais de ensino superior: modelos de financiamento e o incentivo à eficiência. *Revista Brasileira de Economia - RBE*, v. 53, n. 3, p. 357-386, Jul./Set. 1999.
- Fare, R., Grosskopf, S. & Valdmanis, V. Capacity, competition and efficiency in hospitals: a nonparametric approach. *The Journal of Productivity Analysis*, 1, p. 123-138, 1989.
- Fare, R., Grosskopf, S., Lindgen, B. & Pontus, R. Productivity developments in Swedish hospitals: a malmquist output index approach. In: Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y. & Seiford, L. M. (eds.), *Data envelopment analysis*. London: Kluwer Academic Publishers, 1994, p. 253-272.

- Ferrier, G. D. & Valdmanis, V. Rural hospital performance and its correlates. *The Journal of Productivity Analysis*, 7, p. 63-80, 1996.
- Fournier, G. & Mitchell, J. M. Hospital costs and competition for services: a multiproduct analysis. *The Review of Economic and Statistics*, v. LXXIV, n. 4, p. 627-634, Nov. 1992.
- Fried, H. O., Lovell, C. A. K. & Schmidt, S. S. *The measurement of productivity efficiency. Techniques and applications*. N. Y.: Oxford University Press, 1993.
- Gaynor, M. & Vogt, W. B. Antitrust and competition in health care markets. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper 7112, 1999.
- Gstach, D. Comparing structural efficiency of unbalanced subsamples: a resampling adaptation of data envelopment analysis. *Empirical Economics*, 20, p. 531-542, 1995.
- Hadley, J. & Zuckerman, S. The role of efficiency measurement in hospital rate setting. *Journal of Health Economics*, 13, p. 335-340, 1994.
- Hay, J. & Anderson, G. The hospital services market: a disequilibrium analysis. *Southern Economic Journal*, v. 54, n. 3, p. 656-665, Jan. 1988.
- Kooreman, P. Nursing home care in the Netherlands: a nonparametric efficiency analysis, *Journal of Health Economics*, 13, p. 301-316, 1994a.
- \_\_\_\_\_. Data envelopment analysis and parametric frontier estimation: complementary tools. *Journal of Health Economics*, 13, p. 345-346, 1994b.
- Laffont, J-J. The new economics of regulation ten years after. *Econometrica*, v. 62, n. 3, p. 507-537, May 1994.
- Leibenstein, H. Allocative efficiency vs. 'X'- efficiency. *American Economic Review*, 56, p. 392-415, June 1966.
- Lovell, C. A. K. Productions frontiers and productive efficiency. In: Fried, H. O., Lovell, C. A. & Schmidt, S. S. (eds.), *The measurement of productive efficiency. Techniques and applications*. New York, Oxford: Oxford University Press, 1993.
- Marinho, A. *Avaliação organizacional de uma universidade pública: uma abordagem não-paramétrica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ*. Rio de Janeiro: EPGE/FGV (Tese de Doutorado), 1996.

- \_\_\_\_\_. Estudo de eficiência em hospitais públicos e privados com a elaboração de rankings. *Revista de Administração Pública - RAP*, v. 32, n. 6, p. 145-158, Nov./Dez. 1998.
- Marinho, A., Resende, M. & Façanha, L. O. Brazilian federal universities: relative efficiency evaluation and data envelopment analysis. *Revista Brasileira de Economia*, v. 51, n. 4, p. 489-508, Out./Dez. 1997.
- Marinho, A. & Façanha, L. O. *Dois estudos sobre a distribuição de verbas públicas para as instituições federais de ensino superior*. Texto para Discussão, N. 679, Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, Out. 1999, 40p.
- MEC/MS: Ministério da Educação e do Desporto - MEC & Ministério da Saúde – MS. Portaria Conjunta Nº 1, de 14 /08/94, *Diário Oficial da União*, 17/08/1994.
- Newhouse, J. P. Frontier estimation: how useful a tool for health economics? *Journal of Health Economics*, 13, p. 317-22, 1994.
- Nyman, J. A. & Bricker, D. L. Profit incentives and technical efficiency in the production of nursing home care. *The Review of Economic and Statistics*, v. LXXI, n. 4, p. 586-594, Nov. 1989.
- Prior, D. Technical efficiency and scope economies in hospitals. *Applied Economics*, 28, p. 1295-1301, 1996.
- Register, C. A. & Bruning, E. R. Profit incentives and technical efficiency in the production of hospital care. *Southern Economic Journal*, v. 28, n. 4, p. 899-914, April 1987.
- Resende, M., Regimes regulatórios: possibilidades e limites. *Pesquisa e Planejamento Econômico - PPE*, v. 27, n. 3, p. 641-664, Dez. 1997.
- Robinson, J. C. Market structure, employment, and skill mix in the hospital industry. *Southern Economic Journal*, v. 55, n. 2, p. 315-325, Oct. 1988.
- Schleifer, A. A theory of yardstick competition. *Rand Journal of Economics*, v. 16, n. 3, p. 319-327, Oct. 1985.
- Siegel, S. *Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento*. Brasil: Mc-Graw-Hill, 1975.
- Stigler, G. J. The existence of X-efficiency. *American Economic Review*, v. 66, n. 1, p. 213-216, March 1976.

Thanassoulis, E. A comparison of regression analysis and data envelopment analysis as alternative methods for performance assessments. *Journal of Operational Research Society*, v. 44, n. 11, p. 1129-1144, 1993.

Tirole, J. *Theory of industrial organization*. Cambridge, Ma: The MIT Press, 1990.

Vitaliano, D. F. & Toren, M. Cost and efficiency in nursing homes: a stochastic frontier approach. *Journal of Health Economics*, 13, p. 281-300, 1994.

Wilson, G. & Jadow, J. M. Competition, profit incentives, and technical efficiency in the provision of nuclear medicine services. *The Bell Journal of Economics* 13, p. 472-482, Autumn 1982.

Zuckerman, S., Hadley, J. & Iezzoni, L. Measuring hospital efficiency with frontier cost functions. *Journal of Health Economics*, 13, p. 255-280, 1994.

