

# Estudo de eficiência em hospitais públicos e privados com a geração de *rankings*\*

ALEXANDRE MARINHO\*\*

**SUMÁRIO:** 1. Introdução; 2. Indicadores de desempenho em hospitais: uma visão crítica; 3. Os principais indicadores em Zucchi; 4. A análise de envoltória de dados: conciliando as fronteiras eficientes e os PIs; 5. Resultados da aplicação da DEA ao estudo de Zucchi; 6. Comentários finais.

**PALAVRAS-CHAVE:** hospitais; eficiência operacional; *data envelopment analysis*; saúde.

Os indicadores de performance (PIs) são utilizados freqüentemente no Brasil como instrumentos de análise de eficiência em hospitais. Zucchi (1998) apresentou nesta revista uma análise de seis hospitais públicos e privados com o auxílio desses instrumentos. Este artigo estende e aprofunda a análise de Zucchi, com a utilização da metodologia de fronteiras de eficiência denominada análise de envoltória de dados (DEA). Foram avaliadas as produções e os consumos individuais efetivos dos hospitais, comparando os valores obtidos com valores eficientes.

## **Efficiency study with the generation of rankings in public and private hospitals**

Performance indicators (PIs) have been frequently used as tools for hospital performance evaluation in Brazil. A paper by Zucchi (1998) published in this journal, evaluated six public and private hospitals using that approach. The present paper improves Zucchi's work using an efficient frontier methodology referred in the literature as data envelopment analysis (DEA). DEA was able to assess the consumption and production levels of the hospitals and their ability to transform resources into services in an efficient way.

---

\* Artigo recebido em nov. e aceito em dez. 1998. O autor agradece as impressões e a valiosa colaboração dos colegas Hamilton F. B. da Silva e Luís Otávio Façanha, que, logicamente, não são responsáveis por eventuais erros remanescentes.

\*\* Doutor em economia e técnico em planejamento e pesquisa do Ipea (e-mail: amarinho@ipea.gov.br).

## 1. Introdução

No artigo *Funcionários por leito: estudo em alguns hospitais públicos e privados*, publicado na *RAP* de maio/junho deste ano (Zucchi, 1998), são estudados alguns aspectos interessantes do dimensionamento da força de trabalho de seis hospitais de grande porte, sendo dois deles privados e quatro públicos. O louvável esforço de coleta de dados e de análise de alguns indicadores de performance dos recursos humanos desses hospitais pode, e deve, ser ampliado com recursos analíticos já disponíveis e utilizados em larga escala no exterior, mas incipientes no Brasil. Com esses recursos analíticos torna-se possível preencher a lacuna, freqüente em estudos baseados somente em indicadores tradicionais, que corresponde à ausência de medidas de desempenho e de eficiência teoricamente consistentes e que sejam capazes de estabelecer referências virtuosas para a administração. Tais referências, conforme será visto, não advêm de indicadores ou medidas idiossincráticas ou tradicionais, sendo, em vez disso, reveladas na resolução dos casos sob análise e estabelecidas rigorosamente em função de conceitos de eficiência no sentido de Pareto.

Na seção 2 estão apresentadas impressões críticas relacionadas aos chamados “indicadores de performance” recorrentemente utilizados em análises de eficiência de hospitais no Brasil, bem como a alternativas metodologicamente mais consistentes. A seção 3 analisa os resultados da aplicação de alguns desses indicadores feita no trabalho de Zucchi (1998). A seção 4 descreve e apresenta a análise de envoltória de dados (*data envelopment analysis* — DEA), que vem tendo larga aplicação na análise de hospitais no exterior. A seção 5 aplica a DEA aos dados recuperados em Zucchi (1998), estendendo e aprofundando alguns aspectos do trabalho dessa autora. Na seção 6 são apresentados os comentários finais.

## 2. Indicadores de desempenho em hospitais: uma visão crítica

Um tratamento razoavelmente intensivo de organizações hospitalares sob o ponto de vista de economistas está exposto em Façanha & Marinho (1998).

Para os objetivos do presente estudo, os hospitais serão tratados como exemplos do que Mintzberg (1994) denominou “organizações profissionais”. De acordo com Mintzberg e Quinn (1996), nessas organizações “*all rely on the skills and knowledge of their operating professionals to function*”. Existe, desse modo, uma congruência em relação ao trabalho de Zucchi (1998), segundo o qual “é importante entender que os recursos humanos não estão dentro das instituições, eles são as organizações”. Por outro lado, tal reconhecimento não passará ao largo da constatação de Mintzberg e Quinn (1996), para os quais “*the outputs of professional work cannot easily be measured and so do not themselves easily to standardization*”. Tais dificuldades de mensuração têm sido contornadas, parcialmente, para efeitos gerenciais, com a ado-

ção de critérios de avaliação e de tomada de decisão baseados no que a literatura (por exemplo, Barrow & Wagstaff, 1989) convencionalmente chama de indicadores de performance (PIs). Em Façanha & Marinho (1998), é apresentado um apanhado das críticas relacionadas com a elaboração, a aplicabilidade e a consistência metodológica de tais indicadores. Ao leitor não disposto a empreender tal investigação, pode-se aqui argumentar que, a despeito de alguns autores reconhecerem a praticidade operacional dos PIs, como, por exemplo, Thanassoulis et alii (1996), para os quais “na prática os PIs continuam a ser o método de escolha, pelo menos para o governo do Reino Unido” (tradução nossa), o que se observa em geral na literatura são posições mais próximas às de Barrow e Wagstaff (1989), para os quais “indeed, very often there is no obvious economic rationale at all for including the indicator in question”. Esta opinião é esposada por Chilingerian (1994), Bates (1997), e mesmo por Thanassoulis et alii (1996). Todos esses autores enfatizam a incapacidade dos PIs em exprimir resultados sintéticos de eficiência produtiva, sendo freqüente a incompatibilidade entre resultados obtidos por indicadores parciais.

Não menos enfatizada é a recorrente confusão entre processos produtivos, insumos para a produção, e resultados da produção. Igualmente, muitas vezes são ignoradas as diferenças marcantes entre variáveis de fluxo e de estoques, assim como entre bens intermediários e finais. Variáveis fora do controle dos administradores e, em um extremo quase oposto, as possibilidades de substituição entre insumos também não têm sido objeto de muita atenção quando da opção pelos indicadores de performance. A despeito de tais óbices, e compartilhando um pouco a posição de Thanassoulis et alii (1996), citada anteriormente, a respeito das vantagens operacionais de tais medidas, reconhece-se aqui e em Façanha & Marinho (1998) a utilidade dos PIs “na identificação de tipologias de organizações” e na obtenção de “melhor visibilidade para aspectos ‘locais’ de ineficiências”. Uma aplicação dos PIs na análise de hospitais brasileiros, com uma detalhada apresentação dos principais tipos de indicadores adotados, se encontra em Bittar (1996).

A literatura tem preconizado com veemência a adoção de metodologias relacionadas às *fronteiras de eficiência* na avaliação do desempenho de organizações do setor público (por exemplo, Barrow & Wagstaff, 1989), assim como em organizações complexas (Marinho, 1996). No caso de organizações hospitalares públicas e privadas, essa recomendação é marcante (ver Façanha & Marinho, 1998, para uma breve resenha sobre o assunto) e muito aprofundada.

Basicamente, duas linhas de pesquisa se dedicam a esse tema. A primeira, mais tradicional em outros campos da economia, é a das chamadas fronteiras paramétricas estocásticas, onde uma função de produção é previamente estabelecida, com a especificação de um erro estocástico com distribuição bastante específica. Esta vertente tem em Aigner et alii (1977), entre outros, uma importante referência. A segunda linha de pesquisa é a das fronteiras não-estocásticas, notadamente as que são obtidas por intermédio da resolu-

ção de problemas de programação matemática, como a análise de envoltória de dados (DEA). A DEA será escolhida como peça fundamental de análise no presente estudo, em função de suas características, conforme será visto na seção 4. Antes, porém, é preciso que se faça uma análise dos resultados dos indicadores obtidos por Zucchi (1998), assunto da próxima seção.

### 3. Os principais indicadores em Zucchi

Recorrendo-se a Zucchi (1998), pode-se, através de simples manipulações algébricas, recuperar os seguintes dados sobre os hospitais analisados, denominados HA, HB, HC, HD, HE e HF, e que constam da tabela 1.

Tabela 1

**Dados básicos referentes aos hospitais**

Hospitais	Número de leitos	Número de funcionários (exclusive médicos)	Número de médicos	Número de pacientes internados	Número de pacientes ambulatoriais	Número de pacientes atendidos
HA	404	2.533	242	22.755	8.603	31.358
HB	217	1.771	87	11.148	0	11.148
HC	215	2.384	538	8.182	421.352	429.534
HD	308	1.518	277	9.693	95.674	105.367
HE	331	2.078	298	8.316	197.446	205.762
HF	218	934	174	8.421	131.852	140.273

No estudo de Zucchi, dois indicadores de performance sobressaem, inclusive merecendo comentários especiais nas conclusões (1998:74) da autora, como mais expressivos ou indicativos dos desempenhos dos hospitais. São eles (Zucchi, 1998:72):

- ▼ “relação número de funcionários/leito (inclusive médicos)”;
- ▼ “relação pacientes atendidos/funcionário”.

O primeiro indicador será aqui utilizado para gerar o *ranking* decrescente constante da tabela 2.

Tabela 2

**Ranking dos hospitais de acordo com a relação número de funcionários/número de leitos**

Posição	Hospital	Número de funcionários/ número de leitos
1º	HF	5,1
2º	HD	5,8
3º	HA	6,9
4º	HE	7,2
5º	HB	8,6
6º	HC	13,6

No caso do segundo indicador, o *ranking* gerado é o da tabela 3.

Tabela 3

**Ranking dos hospitais de acordo com a relação número de pacientes atendidos/número de funcionários**

Posição	Hospital	Número de pacientes atendidos/ número de funcionários
1º	HC	147,1
2º	HF	126,6
3º	HE	86,6
4º	HD	58,7
5º	HA	11,3
6º	HB	5,9

Conforme se pode ver, é difícil tentar ordenar a produtividade global dos hospitais de acordo com tais indicadores. O hospital HC é o primeiro colocado pela relação funcionários/leito, mas é o último pela relação pacientes atendidos/leito. Com exceção do hospital HB, mal avaliado por ambos os indicadores, nenhum hospital tem performance parecida nas tabelas 2 e 3.

#### 4. A análise de envoltória de dados: conciliando as fronteiras eficientes e os PIs

A análise de envoltória de dados (DEA) é uma metodologia não-paramétrica para mensuração comparativa de eficiência de unidades tomadoras de decisão (*decision making units* — DMUs). O padrão comparativo de eficiência de uma dada DMU é obtido através da revelação do desempenho das outras DMUs sob análise, de modo que a referência não é obtida de modo teórico ou conceitual, mas através da observação da *best practice*. O artigo seminal é de autoria de A. Charnes, W. W. Cooper e E. Rhodes (1978), intitulado *Measuring the efficiency of decision making units* que deu origem ao clássico modelo CCR.

O objetivo do modelo CCR é explicitar a eficiência relativa de uma unidade tomadora de decisões, em um problema de programação linear. As  $n$  DMUs em estudo utilizam-se de  $m$  insumos ou *inputs*, para produzirem  $s$  bens ou *outputs*. O vetor de *inputs*  $x_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T$  e o vetor de *outputs*  $y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T$  são conhecidos por cada DMU  $j$ , com  $j = 1, \dots, n$ . As  $n + 1$  variáveis que devemos determinar são:

- ▼ o conjunto de pesos ou multiplicadores (os  $u_r$ s e  $v_i$ s);
- ▼ a extensão  $h_0$ , em que a DMU cuja eficiência esteja sendo calculada, denotada pelo subscrito 0, pode expandir todos os seus *outputs*.

O problema não-linear original para a DMU 0 pode ser escrito conforme o modelo CCR:

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

sujeito a

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

Onde:

$$u_r, v_i \geq 0; \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m_i; \quad (3)$$

$y_{rj}, x_{ij}$ , positivos, são os *outputs* e *inputs conhecidos* da  $j$ -ésima DMU;

$u_r, v_i \geq 0$  são as ponderações (pesos) a serem determinadas pela resolução deste problema.

O numerador em (1) representa um conjunto de *outputs* desejados e o denominador representa um conjunto de *inputs* utilizados para produzir os *outputs*. Esta razão determina um escalar análogo aos PIs, mas com inúmeras vantagens, como veremos mais adiante. O valor  $h^*_0$  (o asterisco significa um valor ótimo advindo da solução do modelo) obtido nessa razão está no intervalo  $0 \leq h^*_0 \leq 1$  e pode ser interpretado como um score de eficiência. Uma DMU na qual  $h^*_0 = 1$  obteve eficiência máxima, e  $h^*_0 < 1$  significa a presença de ineficiência. Uma consideração importante é que  $h^*_0$  é invariante com as unidades de medidas dos *inputs* e dos *outputs*.

Deve-se observar que os pesos (os  $u_r$ s e os  $v_i$ s) não são especificados *a priori*. Eles são, antes disso, resultados da resolução do modelo e obtidos quando ocorre a determinação de  $h^*_0$ . Estes pesos são determinados de modo que se obtenha o maior valor possível de  $h^*_0$  para cada DMU, observando-se as restrições do problema. Como o problema é resolvido para cada DMU, que, em cada um dos  $n$  problemas, representará, uma de cada vez, a DMU<sub>0</sub> sob análise, pode-se observar que são obtidas condições de otimalidade no sentido de Pareto. Nenhuma DMU pode expandir nenhum de seus  $s$  *outputs* sem que algum de seus  $m$  *inputs* seja aumentado ou, alternativamente, sem que algum outro de seus  $s$  *outputs* seja diminuído.

O modelo não-linear anterior, conforme demonstrado em Charnes & Cooper (1962), pode ser transformado, através de técnicas e programação fracionária, em um problema linear bastante simples em termos computacionais, cuja aplicação em diversos problemas econômicos é imediata. Resumidamente, entre as características mais interessantes da DEA podem-se arrolar:

- ▼ caracteriza cada DMU como eficiente ou ineficiente através de uma única medida-resumo de eficiência;
- ▼ não faz julgamentos *a priori* sobre os valores das ponderações de *inputs* e *outputs* que levariam as DMUs ao melhor nível de eficiência possível;
- ▼ pode prescindir (mas não rejeita) de sistemas de preços;
- ▼ dispensa (mas pode acatar) pré-especificações de funções de produção subjacentes;
- ▼ pode considerar sistemas de preferências de avaliadores e de gestores;

- ▼ baseia-se em observações individuais e não em valores médios;
- ▼ permite a incorporação, na análise, de insumos e de produtos avaliados em unidades de medidas diferentes;
- ▼ possibilita a verificação de valores ótimos de produção e de consumo respeitando restrições de exeqüibilidade;
- ▼ permite a observação de unidades eficientes de referência para aquelas que forem assinaladas como ineficientes;
- ▼ produz resultados alocativos eficientes no sentido de Pareto.

Como todas as unidades que formam a fronteira de eficiência recebem um escore igual a 1 (ou 100%), podem ocorrer situações nas quais não se consiga ordenar de forma perfeitamente discriminada as DMUs sob análise. Nesse caso, recomenda-se a adoção de um modelo alternativo, derivado do modelo CCR e devido a Andersen e Petersen (1993) — modelo AP —, que permite a atribuir escores diferentes a todas as unidades, mesmo que na fronteira. A unidade sob análise é retirada do conjunto referência, de modo que uma nova medida de distância é calculada. Trata-se de artifício simples e engenhoso, que não modifica em nada a ordenação de unidades ineficientes e que permite valores dos escores maiores do que 1 (ou 100%).

A análise de envoltória de dados tem as desvantagens de não incorporar erros estocásticos, o que torna sua fronteira de eficiência suscetível a erros de medida, e de não permitir estabelecer relações de causa e efeitos entre variáveis. Essas desvantagens, entretanto, também estão presentes nos PIs. No caso da DEA, a literatura atesta a sua complementaridade com as fronteiras estocásticas, no que se refere à superação dos problemas arrolados (a esse respeito, ver, por exemplo, Kooreman, 1994) característica essa que, infelizmente, não se pode — ao menos imediatamente — constatar entre as fronteiras estocásticas e os PIs. As possibilidades de complementação entre a DEA e os PIs que aqui se pretende explorar, no entanto, está bem sedimentada em Thanassoulis (1996).

Embora bastante utilizada no exterior (Façanha & Marinho, 1998), a aplicação da DEA na análise de questões relacionadas ao setor saúde é incipiente no Brasil. Além de Façanha e Marinho, que se utilizam dessa metodologia no estudo de hospitais universitários federais brasileiros, Marinho e Silva (1998) apresentam uma aplicação da DEA ao estudo da taxa de referenciação na saúde.

## 5. Resultados da aplicação da DEA ao estudo de Zucchi

Em Zucchi (1998) são exibidas tabelas com dados e informações sobre os seis hospitais sob análise que permitem recuperar, para cada hospital, as seguintes variáveis (básicas) de interesse para nosso estudo e que constam da tabela 1. Essas variáveis podem ser classificadas como insumos ou produtos no funcionamento dos hospitais.

São insumos (*inputs*):

- ▼ número de leitos em operação (*Leitos*);
- ▼ número de funcionários exclusive médicos (*Naomed*);
- ▼ número de médicos (*Médicos*).

São produtos (*outputs*):

- ▼ número de pacientes internados (*Pacint*);
- ▼ número de pacientes ambulatoriais (*Pacamb*);
- ▼ número de pacientes atendidos (*Patend*).

É importante observar que o número de pacientes atendidos é igual à soma do número de pacientes internados com o número de pacientes ambulatoriais ( $Patend = Pacint + Pacamb$ ). Inicialmente, aplicou-se a DEA ao conjunto dos hospitais com os seus respectivos *inputs* — número de leitos em operação (*Leitos*), número de funcionários exclusive médicos (*Naomed*) e número de médicos (*Médicos*) — e com um único *output* — número de pacientes atendidos, representado pela variável *Patend*. Esta aplicação gerou os resultados apresentados, em ordem decrescente de eficiência, na tabela 4:

Posição	Hospital	Eficiência
1º	HC	100,00
2º	HF	100,00
3º	HE	85,79
4º	HD	47,26
5º	HA	16,07
6º	HB	15,89

A aplicação do modelo AP, de Andersen e Petersen (1993), com o intuito de aumentar o grau de discriminação da análise, gerou o conjunto de resultados apresentado na tabela 5.

Tabela 5  
**Eficiência dos hospitais calculada com a DEA**  
(modelo AP)

Posição	Hospital	Eficiência
1º	HC	310,49
2º	HF	100,97
3º	HE	85,79
4º	HD	47,26
5º	HA	16,07
6º	HB	15,89

Conforme pode-se notar, as tabelas 3 e 5 apresentam exatamente a mesma ordenação para todos os hospitais. Se o interesse do avaliador recair somente na ordenação dos hospitais através da maximização do número de pessoas atendidas *vis-à-vis* os recursos (*inputs*) utilizados, a adoção do PI gerado pela divisão do número de pacientes atendidos pelo número de funcionários (inclusive médicos) produz o mesmo resultado. A maior simplicidade de obtenção do referido PI, entretanto, é eclipsada pelas demais possibilidades oferecidas pela DEA, que permite, também, denotar os valores ótimos de produção (*outputs*) e de consumo (*inputs*) de cada unidade e, conseqüentemente, do agregado dos hospitais, conforme a tabela 6.

Tabela 6  
**Níveis de produção e de consumo efetivos e ótimos**

Variável	HA	HB	HC	HD	HE	HF	Total	Efetivo/ ótimo (%)
<i>Leitos</i> efetivo	404	217	215	308	331	218	1.693	
<i>Leitos</i> ótimo	303	109	215	308	331	218	1.484	114
<i>Naomed</i> efetivo	2.533	1.771	2.384	1.518	2.078	934	11.218	
<i>Naomed</i> ótimo	1.299	467	2.384	1.444	1.553	934	8.081	139
<i>Médicos</i> efetivo	242	87	538	277	298	174	1.616	
<i>Médicos</i> ótimo	242	87	538	277	298	174	1.616	100
<i>Patend</i> efetivo	31.358	1.148	429.534	105.367	205.762	140.273	923.442	
<i>Patend</i> ótimo	195.092	70.137	429.534	222.952	239.852	140.273	1.297.840	71

A leitura da tabela 6 permite algumas conclusões interessantes. Além dos desempenhos individuais, vemos que, no agregado, o sistema opera com 39% a mais de funcionários não-médicos do que o valor ótimo, o que pode ser observado na coluna em que a divisão efetivo/ótimo é apresentada. Na mesma coluna, vemos que o sistema também efetuou apenas 71% dos atendimentos potenciais. Um outro resultado digno de nota é o fato de que todos os hospitais operam com um número eficiente de médicos. Esse tipo de constatação não seria possível em modelos de análise baseados apenas em indicadores de performance tradicionais.

Um outro aspecto interessante na DEA é a explicitação, para as unidades ineficientes, daquelas unidades eficientes que serviriam como referência para obtenção da eficiência produtiva. As unidades eficientes cuja combinação linear permitiria a projeção de uma DMU ineficiente para a fronteira formam o conjunto-referência, conforme a tabela 7 a seguir.

Tabela 7

**Conjuntos-referência para os hospitais**

Hospital	Conjunto-referência
HB	HF
HA	HF
HD	HC; HF
HE	HC; HF

A tabela 7 permite ao administrador das unidades ineficientes observar aquelas unidades eficientes que melhor podem servir como referência para a melhoria de seu desempenho. Eventualmente, permite a um possível administrador do sistema direcionar ações administrativas adequadas para a superação dos problemas existentes, uma vez que a *best practice* está explicitada.

Caso o avaliador deseje uma análise com maior grau de desagregação em termos de *outputs*, pode-se aplicar a DEA com a incorporação das variáveis relacionadas ao número de pacientes internados (*Pacint*) e ao número de pacientes ambulatoriais (*Pacamb*), ao invés da sua simples soma que era representada pela variável *Patend*. Nesse caso, o resultado é o exposto na tabela 8.

Tabela 8  
**Eficiência dos hospitais discriminando pacientes internados e pacientes ambulatoriais**  
(modelo CCR)

Posição	Hospital	Eficiência
1º	HC	100,00
2º	HF	100,00
3º	HA	100,00
4º	HB	100,00
5º	HE	86,05
6º	HD	71,49

A aplicação do modelo de Andersen & Petersen (1993) produziu os resultados apresentados na tabela 9.

Tabela 9  
**Eficiência dos hospitais discriminando pacientes internados e pacientes ambulatoriais**  
(modelo AP)

Posição	Hospital	Eficiência
1º	HC	324,02
2º	HF	148,89
3º	HB	136,28
4º	HA	124,73
5º	HE	86,05
6º	HD	71,49

Como se pode observar, HC continua como líder do *ranking*, seguido por HF. A diferença mais fundamental ocorre por conta da mudança de posição de HB, que passa de última colocada nas tabelas 4 e 5 para a terceira posição na tabela 9. Uma explicação possível para esse fenômeno deve-se ao pequeno número de médicos presentes em HB, tanto em termos absolutos (89 médicos) quanto em termos relativos ao número de pacientes internados. O hospital HB tem uma surpreendente vantagem na relação número de pacientes internados/

número de médicos quando comparado com todos os demais hospitais. Em HB essa relação é igual a 128. A média dos demais hospitais é igual a 44. Caso o avaliador valorize a produtividade isolada dos médicos em relação ao número de internações, esse hospital tem um desempenho sensivelmente melhor que os demais, e a DEA costuma ressaltar as virtudes de especialização.

## 6. Comentários finais

A análise da eficiência operacional de hospitais públicos e privados realizada com a utilização de indicadores de performance como a relação número de funcionários/número de leitos pode ser aprofundada e estendida com a aplicação concomitante da análise de envoltória de dados. No caso em questão, foi possível estabelecer *rankings* para os hospitais sob análise, além de estabelecer valores ótimos de produção e de consumo individuais e agregados em todos os *inputs* e *outputs* relacionados ao sistema. Adicionalmente, foi possível identificar, para os hospitais cuja eficiência não é máxima, referências (*best practice*) para melhoria de seus desempenhos operacionais.

## Referências bibliográficas

- Aigner, D.; Lovell, C. A. K. & Schmidt, P. S. Formulation and estimation of stochastic frontier models. *Journal of Econometrics*, 6:21-37, 1977.
- Andersen, P. & Petersen, N. C. A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, 39(10):1.261-64, Oct. 1993.
- Barrow, M. & Wagstaff, A. Efficiency measurement in the public sector: an appraisal. *Fiscal Studies*, 10(1):73-97, Feb. 1989.
- Bates, J. M. Measuring predetermined socioeconomic 'inputs' when assessing the efficiency of educational outputs. *Applied Economics*, 29:85-93, 1997.
- Bittar, O. J. N. V. Produtividade em hospitais de acordo com alguns indicadores hospitalares. *Rev. Saúde Pública*, 30(1):53-60, 1996.
- Charnes, A. & Cooper, W. W. Programming with linear fractional functionals. *Naval Research Logistic Quarterly*, 9(3, 4):181-5, 1962.
- ; Cooper, W. W. & Rhodes, E. Measuring efficiency of the decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6):429-44, 1978.
- 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, 1994.

- Façanha, L. O. & Marinho, A. Hospitais universitários: mecanismos de coordenação e avaliação comparativa de eficiência. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 6(19):201-35, abr./jun. 1998.
- Kooreman, P. Data envelopment analysis and parametric frontier estimation: complementary tools. *Journal of Health Economics*, 13:345-6, 1994.
- 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, 1996. (Dissertação de Doutorado.)
- & Silva, H. B. F. da. Análise de desempenho no sistema de saúde. In: Congresso Internacional de Engenharia Industrial, 4. *Anais*. Niterói, Universidade Federal Fluminense, 1998.
- Mintzberg, H. *The rise and fall of strategic planning*. New York, Prentice-Hall, 1994.
- & Quinn, J. B. *The strategy process*. Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1996.
- Thanassoulis, E.; Boussofiene, A. & Dison, R. G. A comparison of data envelopment analysis and ratio analysis as tools for performance assessment. *Omega, Int. J. Mgmt. Sci.*, 24(3):229-44, 1996.
- Zucchi, P. Funcionários por leito: estudo em alguns hospitais públicos e privados. *Revista de Administração Pública*, 32(3):65-76, maio/jun. 1998.