

# Avaliação da Eficiência Técnica nos Serviços de Saúde nos Municípios do Estado do Rio de Janeiro\*

Alexandre Marinho\*\*

Sumário: 1. Introdução; 2. Metodologia; 3. Resultados; 4. Comentários finais.

Palavras-chave: municípios; serviços de saúde; fronteiras de eficiência; modelos de regressão.

Códigos JEL: C24; C61; I11; R15.

O presente trabalho realiza uma avaliação dos serviços ambulatoriais e hospitalares nos municípios do estado do Rio de Janeiro. A avaliação é realizada com base em fronteiras de eficiência não-estocásticas, combinadas com modelos de regressão, contemplando variáveis relacionadas com os recursos e a produção de serviços nos municípios. O desempenho dos serviços de saúde dos municípios e das regiões do estado e os níveis ótimos de produção e de consumo estão explicitados. São obtidas relações entre eficiência técnica, produto interno bruto, tamanho da população e o prazo médio de internação nos municípios.

The present paper assesses health care services delivered in ambulatories and hospitals in the municipalities of the state of Rio de Janeiro, Brazil. The assessment is based on the use of non-stochastic frontiers models (data envelopment analysis – DEA) combined with regression techniques. By taking advantage of resources and production data, optimal levels of consumption and services are obtained. The paper shows relationships related to technical efficiency, GDP, population size and average length-of-stay.

## 1. Introdução

A realização de análise de eficiência no setor saúde é tarefa essencial do setor público. O setor saúde é um dos principais receptores de recursos públicos e tem como missão cuidar do mais precioso valor humano: a vida. Essa tarefa obrigatória

---

\* Artigo recebido em jul. 2001 e aprovado em ago. 2002. Agradeço os valiosos comentários de dois *referees* anônimos que, em muito, aprimoraram o trabalho. Os eventuais erros remanescentes são de minha inteira responsabilidade.

\*\* Diretoria de Estudos Sociais do IPEA e da Faculdade de Ciências Econômicas da UERJ, bolsista do CNPq.

é, portanto, um pré-requisito indispensável para a formulação de políticas públicas de saúde, na medida em que relaciona resultados obtidos e os escassos recursos sociais colocados à disposição do setor. As políticas públicas relacionadas ao setor saúde no Brasil têm como um dos pilares fundamentais a descentralização das ações e dos recursos até o nível municipal. Logicamente, a avaliação dos serviços no nível dos municípios não pode prescindir de dados e de informações detalhadas e precisas também nesse nível. O atual estágio das informações setoriais disponíveis não recomenda a realização de estudos envolvendo todos os municípios brasileiros. Não obstante, para o estado do Rio de Janeiro algumas análises já são possíveis. De acordo com dados fornecidos pela Secretaria de Estado de Saúde do Rio de Janeiro, no estado do Rio de Janeiro estavam estabelecidos, em 1998, credenciados pelo Sistema Único de Saúde – SUS, 390 hospitais de todas as naturezas, que ofereceram 55.506 leitos, realizando 875.015 internações, com tempo médio de permanência igual a 10,47 dias e custo de R\$ 349.090.197,03. O estado possuía 4.582 unidades ambulatoriais de todos os tipos, que realizaram 110.536.508 procedimentos ambulatoriais a um custo de R\$ 392.147.953,01. No presente estudo, aproveitando-se os dados disponíveis, analisa-se a eficiência da prestação de serviços de saúde em 74 municípios do estado do Rio de Janeiro no ano de 1998. Por falta de dados, 17 municípios, todos de pequeno porte populacional, ficaram de fora da amostra. A soma das populações desses municípios não atinge 10% do total da população do estado. Por falta de dados para 1998, os dados populacionais utilizados foram obtidos na contagem populacional de 1996. A seção 2 apresenta as discussões metodológicas do trabalho. A seção 3 discute os principais resultados obtidos e a seção 4 apresenta os comentários finais.

## 2. Metodologia

A rede de serviços de saúde do estado do Rio de Janeiro, detalhada no nível de seus municípios, será representada como um sistema de entradas e de saídas que transforma capacidade de atendimento, materializada em recursos materiais e financeiros, em serviços típicos do atendimento hospitalar e ambulatorial, além de um indicador de qualidade. Os recursos humanos de cada município não foram divulgados, mas, de certo modo, eles são refletidos na quantidade divulgada de leitos disponíveis, pois leitos ativos guardam uma proporção direta com a mão-de-obra ativa. Adicionalmente, variáveis representativas das condições demográficas e de renda dos municípios também foram incorporadas ao estudo. Finalmente, uma variável indicadora das características intrínsecas da utilização dos serviços hospitalares, refletida no tempo médio de internação em cada município, será con-

templada. As seguintes variáveis fazem parte do estudo:

Recursos (*inputs*):

- total de leitos contratados em hospitais *per capita*;
- total de hospitais credenciados *per capita*;
- total da capacidade ambulatorial instalada *per capita*;
- valor médio da internação;
- valor médio dos procedimentos ambulatoriais.

Serviços (*outputs*):

- total de internações em hospitais credenciados *per capita*;
- total de procedimentos ambulatoriais *per capita*;

Indicador de qualidade (*output*): taxa de mortalidade.

Dados econômicos e populacionais:

- população dos municípios;
- produto interno bruto dos municípios.

Indicador de utilização: prazo médio de permanência.

## O Modelo para Avaliação de Eficiência

No sistema de entradas e saídas que representa a rede de serviços de saúde dos municípios ocorre um processo de transformação complexo, que pode ser, com recomendáveis precauções, associado a um modelo que maximiza a produção de resultados, dados os recursos disponíveis. O modelo, no presente estudo, será elaborado com base no que a literatura econômica denomina análise de envoltória de dados (*data envelopment analysis – DEA*, Charnes et alii (1978)) e utilizado no setor saúde, por exemplo, em Marinho e Façanha (2000), onde várias outras referências são apresentadas e discutidas. As unidades tomadoras de decisão – DMUs, no presente caso os municípios – têm os seus desempenhos relativos aferidos através da comparação de seus resultados (medidos em termos das quantidades

geradas de seus diferentes produtos) e dos seus consumos (medidos pelos recursos que absorvem) com os resultados e os consumos das outras DMUs da amostra. Qualquer DMU-município que produza menores quantidades de produtos que qualquer outra que tenha o mesmo consumo de recursos será dita *ineficiente*. Analogamente, qualquer DMU-município que gere os mesmos níveis de produtos e que consuma mais recursos que qualquer outra também será dita *ineficiente*. Pode-se intuir uma noção de dominância no modelo, em que as unidades eficientes são aquelas que não são dominadas por nenhuma outra e que, por isso, determinam uma *fronteira de eficiência*. Dito assim informalmente, a configuração do modelo é bastante simples. Entretanto, como usualmente – e esse é o caso em tela – as DMUs produzem múltiplos resultados (*outputs*) a partir de múltiplos recursos (*inputs*), as comparações não são tão simples. Recai-se, nesses casos, em um problema de programação matemática de solução não-trivial. A análise de envoltória de dados atribui a cada DMU um valor (score), representativo de seu desempenho relativo. Usualmente, esses scores variam entre 0 e 1, ou entre 0 e 100%, e as unidades eficientes recebem valor igual a 1 ou 100%. A DEA também permite destacar, em cada unidade, quais os níveis de consumo e de produção que tornariam as unidades eficientes.

Um questionamento natural a respeito da utilização da DEA advém da capacidade de a metodologia tratar com variáveis (e dimensões do problema) aferidas em unidades de medidas completamente diferentes. Essa virtude que, entre outras que serão expostas mais adiante, a coloca em condição privilegiada no que se refere ao trabalho de gestores. Em Charnes et alii (1994, p. 8), constam, assinalando virtudes características da análise de envoltória de dados, as seguintes assertivas: “...*DEA calculations... can simultaneously utilize multiple outputs and multiple inputs with each being stated in different units of measurement... are value free and do not require specification or knowledge of a priori weights or prices for the inputs or outputs*”. Chilingerian (1994), analisando a eficiência de hospitais, lista como *inputs* o prazo (em dias) de internação e o valor (em dólares) dos serviços auxiliares. Essa é uma prática comum nessa metodologia. Entre outros, Banker et alii (1986), Morey et alii (1990), Parkin e Hollingsworth (1997), Smith et alii (1997) e Marinho (1998), também utilizam valores e quantidades na análise de eficiência de serviços hospitalares e de *home care*. Mais especificamente, Cook et alii (1996), argumentam que, devido a natureza não-lucrativa dos setores onde a DEA tem sido freqüentemente aplicada, os fatores analisados são freqüentemente não-econômicos e que, assim, “...*the inputs and outputs often represent qualitative factors*”. Para construir a fronteira de eficiência, a DEA gera um *input* virtual e um *output* virtual, resultados da combinação de todos os *inputs* e *outputs*, normali-

zados pelos preços-sombra, de modo que as unidades de medida não têm nenhuma importância no resultado da análise. De modo particular, pode-se incorporar a taxa de mortalidade hospitalar no modelo, que se configura em um indicador clássico da qualidade de serviços hospitalares. As mortes são uma variável cuja ocorrência se quer minimizar. Mas, como não se trata de um recurso (*input*), optou-se por minimizar o inverso da taxa de mortalidade, que é uma espécie de taxa de sobrevivência a ser maximizada. Como a taxa é obtida dividindo-se o número de mortes pelo número de casos, maximizar o seu inverso corresponde a reduzir o número de mortes por caso o que, entendemos, é um dos objetivos básicos de sistemas de saúde. Em outro contexto, um procedimento correlato foi utilizado em Souza e Ramos (1999). Analisando a eficiência de municípios brasileiros, esses autores, além de combinar valores e quantidades, adotam o inverso do número de analfabetos como produto (*output*). Em Marinho et alii (1997), são apresentadas e exploradas as possibilidades de aplicação de transformações lineares nas variáveis, de modo a não interferir na qualidade dos resultados da DEA.

A representação formal de um modelo de análise de envoltória de dados adequado ao problema ora estudado seria a seguinte (modelo CCR):

Seja um vetor de *inputs*  $x \in R_+^n$  que produz um vetor de *outputs*  $y \in R_+^m$ . Uma suposição básica no presente estudo é que não se pode reduzir, no curto prazo, de modo acentuado, os recursos postos à disposição dos municípios. A otimização será realizada, preferencialmente, através da expansão da produção em um modelo orientado no sentido da *produção* (*output oriented model*). A obtenção de um modelo orientado no sentido dos recursos é análoga.

Para medir o desempenho relativo de cada município em relação a *best practice* entre  $J$  municípios, o seguinte problema de programação linear, na forma envoltória, precisa ser resolvido, onde  $(x_o, y_o)$  é o vetor de *inputs* e de *outputs* do município que está sendo avaliado:

$$\text{Max}_{\theta, \lambda, s^+, s^-} w_o = \theta + \epsilon 1^{-} s^+ + \epsilon 1^{-} s^-$$

sujeito a

$$X\lambda + s^- = x_o$$

$$\theta y_o = Y\lambda - s^+$$

$$\lambda, s^+, s^- \geq 0$$

onde:

$X$  é uma matriz de *inputs*  $n \times J$  com colunas  $x_i$ ;

$Y$  é uma matriz de *outputs*  $m \times J$  com colunas  $y_i$ ;

$\lambda$  é um vetor  $J \times 1$ ;

$s^-, s^+$ , são os vetores  $n \times 1$  e  $m \times 1$ , relacionados com os excessos e as folgas (*slacks*) dos *inputs* e dos *outputs*, respectivamente;

$\epsilon < \lambda$  é uma constante positiva muito pequena (infinitesimal).

O problema é resolvido  $J$  vezes<sup>1</sup>, uma para cada município sob avaliação, gerando  $J$  valores ótimos para  $(\theta, \lambda, s^-, s^+)$ . Cada município é avaliado pelas suas possibilidades de expandir a sua produção sujeito às restrições imposta pelo melhor desempenho observado. As comparações serão feitas apenas com municípios que possuam soluções com produção pelo menos tão grande, e consumo no máximo igual, aos do município que esteja sendo avaliado. Se alguma expansão radial for possível, ocorrerá que  $\theta > 1$ , e se nenhuma expansão radial for possível, ocorrerá que  $\theta = 1$ . Nos municípios que compõem a fronteira de eficiência,  $w_o = \theta = 1$ , e todos os *slacks* serão simultaneamente nulos. A solução deve gerar preços-sombra (os multiplicadores  $\lambda$ s) ótimos para os *inputs* e *outputs*, considerando-se as restrições de que nenhuma DMU pode estar além da fronteira e de que os multiplicadores sejam positivos. A presença do infinitésimo  $\epsilon$  garante que a maximização radial será priorizada. Essa constante infinitesimal não é utilizada diretamente nos cálculos do modelo. Charnes et alii (1992), já demonstram que não existe a necessidade de atribuição de valores numéricos para  $\epsilon$  e que esse pensamento leva a interpretações errôneas. De acordo com esses autores, “*For computational purposes, the epsilon now serves much like the imaginary i in complex arithmetic. Only the coefficient associated with the  $\epsilon$  will be used in calculations [e que] ... the value of epsilon is never specified*”.

Uma outra característica importante do modelo adotado no estudo refere-se aos retornos de escala, assumidos como constantes. Tal procedimento tem razões já expostas em Marinho e Façanha (2000), e em Marinho (1998). Os principais modelos de DEA podem assumir retornos constantes ou variáveis de escala. Organizações hospitalares costumam (ou procuram) trabalhar com alguma capacidade de atendimento ociosa, em virtude da imprevisibilidade da demanda e, em muitos

---

<sup>1</sup>O software utilizado foi o *Warwick Windows DEA, Version 1.02* que, inicialmente, calcula a eficiência radial das unidades de acordo com as prioridades especificadas no modelo (no caso, 100% orientado para *outputs*), seguindo-se a minimização dos *slacks*.

casos, da impossibilidade ou não-adequabilidade da transferência de excessos de demanda para outras unidades. Desse modo, a ocorrência de equilíbrios de curto prazo não é muito freqüente em tais organizações. Retornos constantes de escala são mais adequados para a representação microeconômica de prazos mais longos no planejamento organizacional. Observe-se, também, que as variáveis são, sempre que possível, representadas em termos médios ou *per capita*, o que minimiza a necessidade de adoção de modelos com retornos variáveis de escala.

Os modelos de DEA podem ser *output* orientados (*output oriented*) ou *input* orientados (*input oriented*) conforme se priorize, respectivamente, a maximização dos *outputs* ou a minimização dos *inputs*. Em um modelo com retornos constantes de escala a fronteira de eficiência é uma reta passando pela origem dos pontos, de modo que o modelo é invariante com a orientação adotada. Apesar dessa característica, e visando tirar proveito da capacidade que o modelo apresenta de explicitar valores ótimos para os *inputs* e para os *outputs* (para mais detalhes, Façanha e Marinho (1999), o modelo adotado é orientado para os *outputs*.

Conforme já foi dito anteriormente, não é usual a redução do valor absoluto dos recursos colocados no setor saúde dos municípios. Pelo contrário, busca-se, freqüentemente, a expansão desses recursos. Uma característica interessante do modelo é a possibilidade de se vislumbrar níveis ótimos de produção. Esses níveis ótimos, ou *targets*, podem servir como referência para a projeção de unidades ineficientes para a fronteira de eficiência. Seja uma DMU<sub>*j*</sub> ineficiente qualquer, correspondendo ao ponto de coordenadas (*x<sub>j</sub>*, *y<sub>j</sub>*). Esse ponto pode ser projetado para a fronteira, ou seja, para o ponto eficiente de coordenadas (*x'<sub>j</sub>*, *y'<sub>j</sub>*), que pode ser expresso como uma combinação linear de pontos, ou DMUs, eficientes de coordenadas (*x<sub>k</sub>*, *y<sub>k</sub>*), *k* = 1...*l*, ou seja,  $x'_j = \sum \lambda_k x_k$  e  $y'_j = \sum \lambda_k y_k$ ,  $\lambda_k \geq 0$ . A adoção desse procedimento permitiu a realização do exercício de apresentação dos valores efetivos e potenciais de produção do sistema de saúde no conjunto dos municípios do estado.

É importante ressaltar que nem todas as variáveis que determinam a eficiência das DMUs-municípios estarão sobre o controle direto dos gestores dos sistema de saúde. Esse seria o caso, no problema aqui tratado, do PIB municipal e da população de cada um dos municípios. Quanto maior o PIB, maiores os recursos municipais. Quanto maior a população, maior a quantidade (e quiçá a complexidade) dos recursos necessários. Outras variáveis, como o prazo médio de permanência (internação), não se enquadram imediatamente nas categorias de recursos ou de resultados (Kooreman, 1994), mas podem ter influência decisiva no nível de eficiência das unidades. Para discussões sobre esse e outros indicadores de serviços ver Marinho et alii (2001). Em princípio, quanto maior o prazo de

permanência maior o consumo de recursos, *ceteris paribus*. Por outro lado, menores prazos de internação podem estar associados a altas antecipadas, elevadas taxas de óbitos ou à presença de baixa resolutividade ou de baixa qualidade de serviços (por exemplo, grande incidência de infecções hospitalares) que impliquem a dispensa precoce de pacientes. Uma outra racionalidade nos remete ao ponto de vista das receitas hospitalares. Caso as receitas dos hospitais sejam compostas por parcelas elevadas de pagamentos *per diem*, não deverão ocorrer incentivos para a redução dos prazos de permanência. Pagamentos *per capita* ou pagamentos por procedimentos devem incentivar a redução desses prazos. Não se pode, *a priori*, determinar a natureza da relação entre a eficiência e o prazo de permanência de hospitais. Nesses casos, genericamente, para dirimir as dúvidas relativas ao sentido das relações entre variáveis recomenda-se (Thanassoulis, 1993) o recurso à combinação da DEA com modelos de regressão. No presente estudo, o escore de eficiência será a variável dependente da regressão, e o PIB municipal, a população e o prazo médio de permanência serão as variáveis independentes. Como os escores de eficiência situam-se entre 0 e 100 e são usualmente muito concentrados em torno de 100, torna-se problemática a aplicação de modelos de regressão de mínimos quadrados ordinários. Utiliza-se, então, o recurso de inverter o escore de regressão (inverso esse que varia entre 0,01 e  $\infty$ ) e aplicar uma regressão censurada do tipo *Tobit* (para detalhes sobre essa distribuição ver Greene (1997)). Essa abordagem é recorrente em artigos que combinam modelos econométricos e DEA. Uma lista não-exaustiva inclui McCarty e Yaisawarng (1993); Dor (1994); Kooreman (1994); Ferrier e Valdmanis (1996); Ruggiero (1998); Worthington e Dollery (1999) e Mariano e Sampaio (2002). Também por razões técnicas, a taxa de mortalidade, que é um indicador clássico de qualidade na avaliação de prestadores de serviço do setor saúde, e que é um resultado (*output*), não deve ser, obviamente, maximizada. Desse modo, tomou-se o inverso dessa taxa como variável a ser maximizada no modelo.

### 3. Resultados

A análise subsequente enfatizará as características do conjunto dos municípios, ao invés de se concentrar em problemas ou virtudes que, porventura, apareçam no nível individual dos mesmos. Essa opção está baseada no fato de que existem complementaridades flagrantes entre as municipalidades no que se refere à prestação de serviços de saúde (e mesmo em outros serviços), ocorrendo exportações e importações múltiplas e incontroláveis de pacientes e de recursos entre os mesmos. As pessoas se movem entre os municípios, e os investimentos e recursos também não



seguem racionalidades alheias às questões geográficas e de localização. O emprego e outras variáveis macroeconômicas, que são fortes determinantes dos locais de atendimentos dos cidadãos, também seguem lógicas que reforçam o descolamento do *locus* do atendimento em relação ao de residência das pessoas. Obviamente, os casos de *outliers* muito destacados, favoráveis ou desfavoráveis, devem ser observados.

## Quadro Geral de Eficiência nos Municípios

No que se refere aos escores de eficiência, pode-se observar uma grande dispersão de resultados entre os municípios. A figura 1 e a tabela 1, ambos a seguir, permitem conjecturar que não existe, em princípio, nenhum padrão espacial de dispersão da eficiência no estado. O valor mais baixo foi observado no município de Duque de Caxias (36,77%) e o mais alto (100%) em 18 municípios. A média geral é 83,07%, o que não se configura em valor muito elevado. Ressalte-se que Bardhan et alii (1998), consideram que um nível de eficiência maior ou igual a 98% como eficiente. Nessa hipótese, 2.412.1627 habitantes (18,137% da população total do conjunto dos municípios) residem nos 19 municípios eficientes. Na hipótese mais rígida, que consideraria eficientes apenas os 18 municípios com escore de 100%, teríamos 2.378.890 habitantes, ou seja, 17,883% da população vivendo nos municípios eficientes. Vale dizer, entretanto, que em Bojanic et alii (1998), é colocada a possibilidade de que a possível presença de heteroscedasticidade leve a uma superestimativa dos valores dos estimadores das ineficiências, o que favoreceria o ponto de vista mais otimista. De acordo com esses autores, “*Some of this heteroscedastic error is incorrectly being associated with inefficiency*”. A região da Baía da Ilha Grande (98,41%) e a região centro-sul fluminense (87,80%) têm os melhores desempenhos. Essas regiões somavam 298.477 habitantes, apenas 2,24% do total da amostra. Os piores índices estão nas regiões do médio Paraíba (76,83%) e no noroeste fluminense (77,46%), que somam 7,70% da população total da amostra. O total de residentes nos municípios da amostra é de 13.302.257 habitantes.

Tabela 1  
Escore de eficiência, população e Produto Interno Bruto *per capita*  
nos municípios do estado do Rio de Janeiro

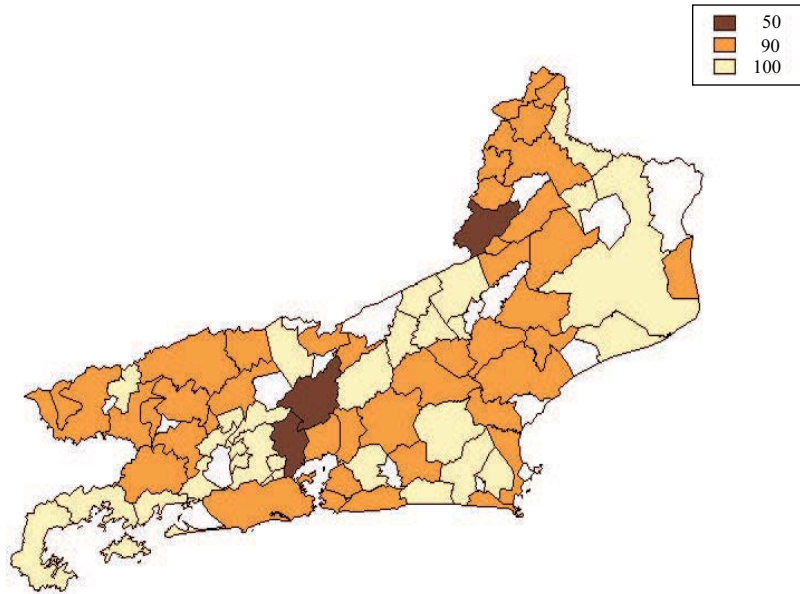
|                             | EFICIÊNCIA   | POPULAÇÃO         | PIBCAP (R\$/habitante) |
|-----------------------------|--------------|-------------------|------------------------|
| <b>Região Metropolitana</b> | <b>84,74</b> | <b>10.192.097</b> | <b>8.338,15</b>        |
| Belford Roxo                | 100,00       | 399.319           | 3.249,00               |
| Duque de Caxias             | 36,77        | 715.089           | 5.900,00               |

|                                   | EFICIÊNCIA   | POPULAÇÃO      | PIBCAP (R\$/habitante) |
|-----------------------------------|--------------|----------------|------------------------|
| Guapimirim                        | 65,65        | 32.614         | 4.029,00               |
| Itaboraí                          | 100,00       | 184.560        | 3.334,00               |
| Itaguaí                           | 100,00       | 125.063        | 5.414,00               |
| Japeri                            | 100,00       | 73.130         | 2.558,00               |
| Magé                              | 69,38        | 183.113        | 3.121,00               |
| Mangaratiba                       | 90,56        | 19.896         | 7.638,00               |
| Marica                            | 65,45        | 60.286         | 3.811,00               |
| Nilópolis                         | 91,75        | 155.272        | 3.311,00               |
| Niterói                           | 87,30        | 450.364        | 8.188,00               |
| Nova Iguaçu                       | 100,00       | 826.188        | 3.387,00               |
| Paracambi                         | 100,00       | 39.441         | 3.975,00               |
| Queimados                         | 100,00       | 108.522        | 4.942,00               |
| Rio de Janeiro                    | 73,99        | 5.551.538      | 11.641,00              |
| São Gonçalo                       | 59,72        | 833.379        | 3.846,00               |
| São João de Meriti                | 100,00       | 434.323        | 3.175,00               |
| <b>Região Noroeste Fluminense</b> |              |                |                        |
|                                   | <b>77,46</b> | <b>283.596</b> | <b>3.728,07</b>        |
| Aperibe                           | 82,67        | 7.201          | 3.001,00               |
| Bom Jesus                         | 100,00       | 32.231         | 3.897,00               |
| Cambuci                           | 64,53        | 20.803         | 2.991,00               |
| Italva                            | 100,00       | 13.199         | 3.538,00               |
| Itaocara                          | 89,26        | 23.273         | 3.171,00               |
| Itaperuna                         | 73,06        | 82.650         | 4.564,00               |
| Laje Muriaé                       | 69,88        | 7.580          | 2.569,00               |
| Miracema                          | 62,27        | 24.450         | 2.997,00               |
| Natividade                        | 89,92        | 15.125         | 3.429,00               |
| Porciúncula                       | 70,56        | 15.407         | 3.468,00               |
| Santo Antonio                     | 49,41        | 34.123         | 3.628,00               |
| Varre e Sai                       | 77,94        | 7.554          | 3.743,00               |
| <b>Região Norte Fluminense</b>    |              |                |                        |
|                                   | <b>82,85</b> | <b>641.904</b> | <b>4.234,41</b>        |
| Campos                            | 91,78        | 389.547        | 3.921,00               |
| Conceição                         | 87,34        | 18.206         | 2.995,00               |
| Macaé                             | 75,80        | 121.095        | 6.526,00               |
| Quissamã                          | 92,02        | 12.583         | 3.730,00               |
| São Fidélis                       | 73,82        | 36.534         | 3.018,00               |
| São João da Barra                 | 76,31        | 63.939         | 2.951,00               |
| <b>Região Serrana</b>             |              |                |                        |
|                                   | <b>86,69</b> | <b>703.565</b> | <b>5.957,71</b>        |
| Bom Jardim                        | 81,09        | 21.805         | 4.266,00               |
| Cantagalo                         | 100,00       | 20.132         | 11.036,00              |
| Carmo                             | 100,00       | 15.175         | 6.571,00               |
| Cordeiro                          | 100,00       | 21.561         | 4.104,00               |
| Duas Barras                       | 100,00       | 9.933          | 4.138,00               |
| Friburgo                          | 66,83        | 169.246        | 5.193,00               |
| Petrópolis                        | 49,37        | 269.669        | 7.414,00               |
| Santa Maria Madalena              | 84,90        | 10.840         | 3.480,00               |
| Sjvale                            | 86,45        | 16.115         | 3.756,00               |
| Sumidouro                         | 95,32        | 13.373         | 4.709,00               |
| Teresópolis                       | 92,96        | 125.122        | 4.613,00               |
| Trajano de Moraes                 | 83,39        | 10.594         | 2.879,00               |
| <b>Região das Baixadas</b>        |              |                |                        |

|                                      | EFICIÊNCIA          | POPULAÇÃO               | PIBCAP (R\$/habitante) |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Litorâneas</b>                    | <b>83,10</b>        | <b>441.835</b>          | <b>4.148,56</b>        |
| Araruama                             | 97,27               | 66.148                  | 3.662,00               |
| Arraial                              | 82,08               | 21.548                  | 5.961,00               |
| Cabo Frio                            | 62,56               | 115.759                 | 5.207,00               |
| Cachoeiras de Macacu                 | 65,69               | 43.482                  | 3.449,00               |
| Casimiro de Abreu                    | 82,30               | 20.212                  | 3.495,00               |
| Rio Bonito                           | 70,50               | 46.495                  | 3.899,00               |
| São Pedro                            | 95,17               | 65.147                  | 4.106,00               |
| Saquarema                            | 92,37               | 44.017                  | 3.053,00               |
| Silva Jardim                         | 100,00              | 19.027                  | 2.931,00               |
| <b>Região do Médio Paraíba</b>       | <b>76,83</b>        | <b>740.783</b>          | <b>8.869,69</b>        |
| Barra Mansa                          | 72,59               | 166.745                 | 6.581,00               |
| Barra do Pirai                       | 78,36               | 85.391                  | 4.658,00               |
| Itatiaia                             | 83,06               | 21.216                  | 26.060,00              |
| Pirai                                | 64,50               | 40.228                  | 4.658,00               |
| Quatis                               | 100,00              | 9.866                   | 4.215,00               |
| Resende                              | 73,64               | 102.625                 | 10.043,00              |
| Rio Claro                            | 84,04               | 14.449                  | 4.129,00               |
| Rio das Flores                       | 75,55               | 6.365                   | 4.828,00               |
| Valença                              | 72,83               | 61.611                  | 3.935,00               |
| Volta Redonda                        | 63,68               | 232.287                 | 12.614,00              |
| <b>Região Centro-Sul Fluminense</b>  | <b>87,80</b>        | <b>178.818</b>          | <b>4.126,74</b>        |
| Eng. Paulo Frontin                   | 96,09               | 12.543                  | 3.407,00               |
| Mendes                               | 77,45               | 17.185                  | 3.876,00               |
| Miguel Pereira                       | 100,00              | 20.093                  | 3.578,00               |
| Paraíba do Sul                       | 99,16               | 33.737                  | 3.259,00               |
| Três Rios                            | 73,86               | 66.223                  | 5.297,00               |
| Vassouras                            | 80,26               | 29.037                  | 3.305,00               |
| <b>Região da Baía da Ilha Grande</b> | <b>98,41</b>        | <b>119.659</b>          | <b>5.879,57</b>        |
| Angra dos Reis                       | 96,81               | 92.532                  | 6.396,00               |
| Parati                               | 100,00              | 27.127                  | 4.118,00               |
| Média geral                          | Média geral = 83,07 | Total geral =13.302.257 | Média geral=7.727,65   |

Figura 1

Eficiência (limites superiores) dos serviços de saúde nos municípios do estado do Rio de Janeiro. Os municípios em branco não foram avaliados.



Obs.: Os municípios em branco não foram avaliados.

## O Produto Potencial dos Municípios e Economia Potencial de Recursos

A tabela 2, a seguir, apresenta os valores efetivos e potenciais para os recursos e para produtos de atenção à saúde nos municípios do estado. Esses valores potenciais significam, para os recursos, os valores mínimos de consumo e, para os produtos, os valores máximos de produção que poderiam ser atingidos no conjunto dos municípios. A consecução desses valores levaria os municípios ineficientes para a fronteira de eficiência. Quanto maior a distância (acima ou abaixo) dos resultados da divisão dos valores efetivos pelos potenciais em relação à unidade, maior o desperdício de recursos ou menor a efetividade na produção. Assim, no caso dos *inputs*, resultados da razão efetivo/ótimo maiores do que 1,000 significam desperdícios tanto maiores quanto maior o valor encontrado. Já no caso dos *outputs*, valores dessa razão menores do que 1,000 representam hiatos na produção tanto mais acentuados quanto menores os valores encontrados. Seguindo a estratégia

de privilegiar os aspectos macro dos resultados, são apresentados apenas os valores agregados dos mesmos, mas os valores para cada município estão disponíveis. No que se refere aos recursos, pode-se notar que os maiores desajustes estão no número de hospitais *per capita*, que está 25,7% acima do valor ótimo, e na capacidade ambulatorial *per capita*, que ficou 24,3% acima do ótimo, ou seja, em média o número de unidades é 25% maior do que o ótimo, mas o número de leitos é bastante razoável. Os desajustes do sistema provêm mais do número excessivo de unidades do que da capacidade de atendimento da rede hospitalar e ambulatorial do estado. Os custos *per capita* dos procedimentos de internação e ambulatoriais estão razoavelmente ajustados. No que se refere aos produtos do sistema, os procedimentos ambulatoriais efetivos *per capita* correspondem a 0,788% da produção ótima, situação pior do que as internações *per capita*, que correspondem a 0,83% da quantidade ótima. Embora a comparação não seja imediata por se tratar de taxas, pode-se notar que existe uma grande distância entre o valor ótimo e o desejável para a taxa de mortalidade. A média da taxa é quase quatro vezes maior do que o valor ótimo. Os resultados individuais, aqui não exibidos, denotam também grande dispersão de valores entre os municípios, o que aponta para a existência de um grande número de óbitos *evitáveis* no sistema.

Tabela 2

Valores efetivos (A), valores ótimos (T) e razão (A/T) entre valores ótimos e efetivos para os diferentes recursos e produtos agregados no estado do Rio de Janeiro

| Unidade | LEITOS_A   | LEITOS_T   | LEITOS (A/T)   | HOSPCRED_A | HOSPCRED_T | HOSPCRED (A/T) |
|---------|------------|------------|----------------|------------|------------|----------------|
| Total   | 4318.3     | 4137.7     | 1.044          | 45         | 35.8       | 1.257          |
| Unidade | CAPAMB_A   | CAPAMB_T   | CAPAMB (A/T)   | VMEDINT_A  | VMEDINT_T  | VMEDINT (A/T)  |
| Total   | 892.2      | 717.9      | 1.243          | 21076.4    | 19780.2    | 1.066          |
| Unidade | VMEDPROC_A | VMEDPROD_T | VMEDPROC (A/T) | INTER_A    | INTER_T    | INTER (A/T)    |
| Total   | 186        | 177        | 1.051          | 66409.2    | 80052.3    | 0.830          |
| Unidade | PROCAMB_A  | PROCAMB_T  | PROCAMB (A/T)  | TXMORT_A   | TXMORT_T   | TXMORT (A/T)   |
| Total   | 714.3      | 906.6      | 0.788          | 33.3       | 129.8      | 0.257          |

## As Fontes “Ambientais” de Ineficiências

Conforme já observado na metodologia, nem todas as variáveis que impactam a eficiência dos serviços de saúde dos municípios estão sob controle dos seus administradores (nos casos do produto interno bruto – PIB e da população) ou podem ser imediatamente classificados como *input* ou *output* (no caso do prazo

médio de permanência). Essas variáveis (não-discrecionárias) refletem a influência do “ambiente” encontrado pelo gestor. Para investigar a natureza das relações entre essas variáveis e os escores de eficiência, recorreu-se à combinação da DEA com regressões. O inverso dos escores de eficiência (*INVSCORE*) é a variável dependente, e o produto interno bruto municipal (*PIB*) e a população (*POP*) são os regressores.

A amostra foi dividida entre municípios eficientes e ineficientes, seguindo a recomendação da literatura que, recorrentemente, assinala a possibilidade de os coeficientes da regressão serem, nas unidades ineficientes, diferentes daqueles subjacentes às unidades eficientes. Fried et alii (1993); Lovell et alii (1994); Arnold et alii (1996); Bardhan et alii (1998); Fethy et alii (2000) e Banker e Natarajan (2001), fizeram o mesmo. A argumentação comum, apresentada em Bardhan et alii (1998) é que “...according to economic theory, the regression coefficients for the efficient observations should not be significantly different from the true coefficients...” mas que, entretanto, “...the regression coefficients for the inefficient observations should be significantly different from the true coefficients of the underlying technology if economic theory is to have any value for policy applications”. O procedimento usual é aplicar, em uma primeira fase, modelos de DEA na totalidade da amostra para avaliar quais unidades são eficientes e quais são ineficientes. A seguir, modelos econométricos são aplicados, considerando as peculiaridades inerentes ao grupo das unidades eficientes e ao grupo das unidades ineficientes. Um problema técnico relevante, objeto de intensa investigação na literatura, é o da determinação das propriedades estatísticas do modelo. Banker (1993), fornece uma prova formal de que a DEA fornece estimadores consistentes e que maximizam verossimilhança, no caso de um único *output*. Banker e Natarajan (2001), afirmam que “... the DEA productivity estimator...is a consistent estimator...[e que] these concepts extend directly to the multiple-output case”. Kneip et alii (1998), provaram a consistência dos estimadores de DEA para o caso de múltiplos *inputs* e *outputs*. Também em um contexto de múltiplos *inputs* e *outputs*, Lothgren (1998) constata que se a tecnologia exibir retornos constantes de escala, conforme suposto no modelo adotado, os resultados são consistentes. Resta aludir, conforme Simar (1996), que “...this basic issue is not concerned with statistical inference, it is the issue of choosing the appropriate model for analyzing a problem”.

A presença de diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos foi observada no presente estudo. Diversos modelos foram executados, incluindo todos os municípios, ou apenas os ineficientes, e também os valores do PIB e da população e também o PIB *per capita*. No conjunto de todos os municípios, no

nível de teste de 5%, o prazo médio de permanência é significativo e tem o mesmo sinal que o inverso da eficiência. Conclui-se que quanto maior o prazo médio de internação, menor a eficiência técnica dos municípios. O valor do PIB e tamanho da população não são significativos. Para os municípios ineficientes, no nível de 5%, pode-se inferir uma relação direta entre tamanho do PIB e eficiência (observar que, na regressão, por razões já explicitadas, temos o inverso do escore) e uma relação inversa entre a eficiência e o tamanho da população. O prazo médio de permanência não é significativo nessa amostra. O Produto Interno Bruto *per capita* não é significativo em nenhum modelo. A medida de ajuste das regressões ( $R^2$ ) é baixa (0,2204 e 0,1893 respectivamente) em ambos os modelos, cujos resultados são apresentados a seguir. Embora vários parâmetros sejam estatisticamente significativos, os baixos valores de  $R^2$  encontrados indicam que a parcela da eficiência explicada pelas variáveis independentes (variáveis ambientais ou não discricionárias) não seria predominante. As variáveis presentes no modelo de DEA teriam um papel preponderante na explicação da eficiência dos serviços de saúde nos municípios.

Regressão com PIB e população – Todos os Municípios  
A variável dependente é o inverso dos escores de eficiência

| Variável  | Coefficiente<br>( <i>b</i> ) | Desvio-Padrão<br>( <i>D.P</i> ) | <i>b/D.P.</i> | $P[ Z  > z]$ | Média de X     |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|---------------|--------------|----------------|
| Constante | 1,077E-02                    | 7,992E-04                       | 13,481        | 0,000        |                |
| POP       | -9,805E-06                   | 5,225E-06                       | -1,877        | 0,061        | 1,044E+02      |
| PIB       | 1,530E-06                    | 1,557E-06                       | 0,983         | 0,326        | 3,955E+02      |
| PERMED    | 3,252E-12                    | 1,006E-12                       | 3,233         | 0,001        | 5,158E+08      |
|           |                              |                                 |               |              | $R^2 = 0,2204$ |

Regressão com PIB e população – Municípios Ineficientes  
A variável dependente é o inverso dos escores de eficiência

| Variável  | Coefficiente<br>( <i>b</i> ) | Desvio-Padrão<br>( <i>D.P</i> ) | <i>b/D.P.</i> | $P[ Z  > z]$ | Média de X     |
|-----------|------------------------------|---------------------------------|---------------|--------------|----------------|
| Constante | 1,229E-02                    | 5,862E-04                       | 20,971        | 0,000        |                |
| POP       | 1,277E-08                    | 3,841E-09                       | 3,324         | 0,001        | 195060,13      |
| PIB       | -1,082E-12                   | 3,316E-13                       | -3,261        | 0,001        | 1,683E+09      |
| PERMED    | 5,772E-05                    | 6,979E-05                       | 0,827         | 0,408        | 6,666          |
|           |                              |                                 |               |              | $R^2 = 0,1893$ |

#### 4. Comentários Finais

Os níveis gerais de eficiência relativa nos municípios do estado do Rio de Janeiro são na melhor das hipóteses medianos (média geral igual a 83,07%) e estão disper-

sos de modo aparentemente aleatório pelo estado. Menos de 20% da população total dos municípios analisados vive em municípios eficientes. As diferenças entre as regiões não são muito marcantes, mas existe um ligeiro predomínio do centro/sul do estado em relação ao norte/noroeste. Pode-se denotar a presença de excesso de unidades na rede, mas o total de leitos está bem ajustado. Os custos de internação e dos procedimentos ambulatoriais também estão bem ajustados. O estado tem problemas nas quantidades de atendimento, havendo uma lacuna a ser preenchida, principalmente nos procedimentos ambulatoriais, que devem ser aumentados em mais de 20%. As taxas de mortalidade estão muito acima (300%) dos níveis ótimos, o que indica um potencial expressivo de redução de óbitos evitáveis.

Foram encontradas evidências de que existam relações simétricas, não muito fortes, entre o prazo médio das internações e a eficiência do conjunto de todos os municípios. Esse resultado indica que, no estado do Rio de Janeiro, podem-se auferir ganhos de eficiência técnica reduzindo os prazos médios de permanência, além dos resultados esperados da melhor administração dos recursos e produtos da saúde. Municípios ineficientes com maiores valores para o PIB, tendem a apresentar escores de eficiência maiores do que municípios ineficientes mais pobres. O escore de eficiência dos municípios ineficientes diminui, embora de modo não muito acentuado, com o tamanho da população, *ceteris paribus*.

O estudo tem duas conclusões fundamentais: a) existem, no período estudado, grandes diferenças de desempenho no atendimento aos usuários do SUS nos municípios do estado do Rio de Janeiro; b) para além de questões de gestão, os desequilíbrios de desempenho entre os municípios escapam, em certa medida, ao controle dos gestores locais, demandando coordenação e aporte de recursos extramunicipais. As condições sócio-econômicas prevaletentes afetam a eficiência dos serviços. O tamanho da população e a eficiência caminham em direções opostas. Os problemas de coordenação, de logística e de processamento de informações, causados pela escala de operações, podem superar até mesmo o “efeito-riqueza” gerado pela renda das cidades. O estudo constata que, embora o tamanho do PIB municipal favoreça os municípios, dando-lhes maior capacidade de resposta aos problemas, a renda *per capita* tem efeito nulo. A população residente pode ser razoavelmente rica e saudável, mas a *população atendida* pode ser muito pobre e doente. Os municípios mais ricos servem de anteparo para os municípios mais pobres. Essa realidade transcende as possibilidades de atuação de gestores locais de saúde. Na busca de eficiência, os gestores locais se vêem diante de um sério dilema. Se forem pouco eficientes, punem a população de seus municípios. Se forem potencialmente eficientes podem, ainda assim, não serem efetivos, pois municípios que dispõem de boa estrutura atraem os casos mais graves de outras cidades, “im-



portando” as ineficiências alheias. É o caso, por exemplo, do município do Rio de Janeiro, pólo de atração regional e nacional. Uma resposta a essa problemática é a formação de consórcios de saúde, com a correspondente associação entre municípios para o atendimento à população no âmbito de convênios formalmente constituídos (Ribeiro e Costa, 1999, Teixeira et alii, 2002). Tais conclusões se coadunam totalmente com o diagnóstico e as determinações da Norma Operacional de Assistência à Saúde – NOAS-SUS 01/2001 do Ministério da Saúde – MS (Ministério da Saúde, 2001). Explicitamente, a NOAS-SUS 01/2001 recomenda evitar “...a *desintegração organizacional e a competição entre órgão gestores e a conseqüente atomização do SUS em milhares de sistemas locais ineficientes, inúquos e não resolutivos*”. Essa norma, potencialmente reparadora, que veio em boa hora, e que se espera que se torne efetiva, regula e coordena a atuação dos municípios na prestação de serviços de saúde, a partir do presente ano. Na ausência de efetividade dessa norma, quem sofrerá, na busca não coordenada, desinformada e desesperada pelos leitos e pelo atendimento é a população usuária do SUS.

## Referências

- Arnold, V. L., Bardhan, I. R., Cooper, W. W., & Kumbhakar, S. C. (1996). New uses of DEA and statistical regressions for efficiency evaluation and estimation – with an illustrative application to public secondary school in Texas. *Annals of Operations Research*, 66:255–277.
- Banker, R. D. (1993). Maximum likelihood, consistency and data envelopment analysis: a statistical foundation. *Management Science*, 39(10):1265–1273.
- Banker, R. D., Conrad, R. F., & Strauss, R. P. (1986). A comparative application of data envelopment analysis and translog methods: An illustrative study of hospital production. *Management Science*, 32(1):30–44.
- Banker, R. D. & Natarajan, R. (2001). Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis. Apresentado na *Sixth European Workshop on Efficiency and Productivity Analysis, Revised Version*, April.
- Bardhan, I. R., Cooper, W. W., & Kumbhakar, S. C. (1998). A simulation study of joint uses of data envelopment analysis and statistical regressions for production function estimation and efficiency evaluation. *Journal of Productivity Analysis*, 9:249–278.

- Bojanic, A. N., Caudill, S. B., & Ford, J. M. (1998). Small-sample Properties of ML, COLS, and DEA estimators of Frontier Models in the Presence of Heteroscedasticity. *European Journal of Operational Research*, 108:140–148.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1994). *Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6):429–444.
- Charnes, A., Rousseau, J. J., & Semple, J. H. (1992). Non-archimedean infinitesimals, transcendentals and categorical inputs in linear programming and data envelopment analysis. *Int. J. Systems SCI*, 23(12):2401–2406.
- Chilingerian, J. A. (1994). 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. E., editors, *Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Cook, W. D., Kress, M., & Seiford, L. M. (1996). Data envelopment analysis in the presence of both quantitative and qualitative factors. *Journal of Operational Research Society*, 47:945–953.
- Dor, A. (1994). Non-minimum cost functions and the stochastic frontier: On applications to health care providers. *Journal of Health Economics*, 13:329–334.
- Façanha, L. O. & Marinho, A. (1999). Instituições federais de ensino superior: Modelos de financiamento e o incentivo à eficiência. *Revista Brasileira de Economia*, 53(3):357–386.
- Ferrier, G. D. & Valdmanis, V. (1996). Rural hospital performance and its correlates. *The Journal of Productivity Analysis*, 7:63–80.
- Fethy, M. D., Jackson, P. M., & Weyman-Jones, T. G. (2000). Measuring the Efficiency of European Airlines: An Application of DEA and Tobit Analysis. Annual Meeting of the European Public Choice Society. Siena, Italy.
- Fried, H. O., Lovell, C. A. K., & Schmidt, S. S. (1993). *The Measurement of Productivity Efficiency. Techniques and Applications*. Oxford University Press, New York.
- Greene, W. H. (1997). *Econometric Analysis*. Prentice-Hall International, London, 3<sup>rd</sup> edition.

- Kneip, A., Park, B. U., & Simar, L. (1998). A note on the convergence of nonparametric DEA estimators for production efficiency scores. *Econometric Theory*, 14:783–793.
- Kooreman, P. (1994). Nursing home care in the netherlands: A nonparametric efficiency analysis. *Journal of Health Economics*, 13:301–316.
- Lothgren, M. (1998). How to Bootstrap DEA Estimators: A Monte Carlo Comparison. Working Paper Series in Economics and Finance, Department of Economic Statistics, Stockholm School of Economics, n. 223.
- Lovell, C. A., Walters, L. C., & Wood, L. L. (1994). Stratified models of education production using modified DEA and regression analysis. In Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. E., editors, *Data Envelopment Analysis*. Kluwer Academic Publishers, London.
- Mariano, J. L. & Sampaio, Y. (2002). A eficiência técnica dos colonos na agricultura irrigada do Vale do São Francisco. *Economia Aplicada*, 6(2):265–285.
- Marinho, A. (1998). Estudo de eficiência em hospitais públicos e privados com a elaboração de rankings. *Revista de Administração Pública*, 32(6):145–158.
- Marinho, A. & Façanha, L. O. (1998). Hospitais universitários: Mecanismos de coordenação e avaliação comparativa de eficiência técnica. *Ensaio*, 6(19):201–235.
- Marinho, A. & Façanha, L. O. (2000). Hospitais universitários: Avaliação comparativa de eficiência técnica. *Economia Aplicada*, 4(2):315–349.
- Marinho, A., Moreno, A. B., & Cavalini, L. T. (2001). Avaliação descritiva da rede hospitalar do Sistema Único de Saúde (SUS). Texto para Discussão n. 848, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA.
- Marinho, A., Resende, M., & Façanha, L. O. (1997). Brazilian federal universities: Relative efficiency evaluation and data envelopment analysis. *Revista Brasileira de Economia*, 51:489–508.
- McCarty, T. A. & Yaisawarng, S. (1993). Technical efficiency in New Jersey school districts. In Fried, H. O., Lovell, C. A. K., & Schmidt, S. S., editors, *The Measurement of Productivity Efficiency. Techniques and Applications*. Oxford University Press, New York.

- Ministério da Saúde (2001). Norma Operacional de Assistência à Saúde – NOAS-SUS 01/2001 do Ministério da Saúde, Brasil.
- Morey, R. C., J., F. D., & Loree, S. W. (1990). Comparing allocative efficiencies of hospitals. *OMEGA Int. J. of Mgmt Sci*, 18(1):71–83.
- Parkin, D. & Hollingsworth, B. (1997). Measuring production efficiency of acute hospitals in Scotland, 1991–94: Validity issues in data envelopment analysis. *Applied Economics*, 29:1425–1433.
- Ribeiro, J. M. & Costa, N. R. (1999). Consórcios municipais no SUS. Texto para Discussão n. 669, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Ruggiero, J. (1998). Cost efficiency in the provision of educational services: An application of data envelopment analysis. *The Journal of Cost Analysis*, Fall:53–71.
- Simar, L. (1996). Aspects of statistical analysis in DEA-Type frontier models. *The Journal of Productivity Analysis*, 7:177–185.
- Smith, C. E., Kleinbeck, S. V. M., Fernengel, K., & Mayer, L. S. (1997). Efficiency of families managing home health care. *Annals of Operations Research*, 73:157–175.
- Souza, M. C. & Ramos, F. S. (1999). Eficiência técnica e retornos de escala na produção de serviços públicos municipais: O caso do nordeste e do sudeste brasileiros. *Revista Brasileira de Economia*, 53(4):433–461.
- Teixeira, L., Mac Dowell, M. C., & Bugarin, M. (2002). Consórcios intermunicipais de saúde: Uma análise à luz da teoria dos jogos. Texto para Discussão n. 893, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Thanassoulis, E. (1993). A comparison of regression analysis and data envelopment analysis as alternative methods for performance assessments. *Journal of Operational Research Society*, 44(11):1129–1144.
- Worthington, A. & Dollery, B. (1999). Allowing for nondiscretionary factors in data envelopment analysis: A comparative study of NSW local government. Working Paper Series in Economics, n. 99–12, University of New England, School of Economic Studies.