

ANÁLISE DE EFICIÊNCIA TÉCNICA EM SAÚDE ENTRE 1999 E 2006

Marislei Nishijima*

Geraldo Biasoto Junior**

O objetivo deste estudo é avaliar a eficiência técnica produtiva dos gastos do governo brasileiro com a saúde, comparando o Brasil aos demais países no período entre 1999 e 2006, a partir de dados de 185 países provenientes do Banco Mundial. Para esta finalidade foi utilizado o método de Fronteira Estocástica (FE) de produção em painel, com e sem controle de ineficiências. Indicadores de saúde foram utilizados como produtos e os gastos públicos com tais bens como insumos, com outras variáveis de controle. Os resultados mostram que o Brasil pode melhorar sua eficiência produtiva em saúde por meio da melhoria da gestão de seus recursos produtivos.

Palavras-chave: fronteira estocástica; gastos públicos; saúde.

ANALYSIS OF TECHNICAL EFFICIENCY IN HEALTH SYSTEMS BETWEEN 1999 AND 2006

The aim of this study is to evaluate the technical efficiency of Brazil government spending on health for the period between 1999 and 2006, regarding the efficiency of spending by other countries to produce health goods. For this purpose we estimated a stochastic frontier of production in panel, with and without control for the inefficiency, using all countries with information available by the World Bank over the period analyzed. Selected indicators of health and education were used as product and public spending on such goods were used as inputs, along with other relevant inputs. The results show that Brazil needs to improve its production efficiency in health goods through better management of their productive resources.

Keywords: stochastic frontier; public spent; health.

ANÁLISIS DE EFICIENCIA TÉCNICA EN LOS SISTEMAS DE SALUD ENTRE 1999 Y 2006

El objetivo de este estudio es evaluar la eficiencia técnica de producción del gasto del gobierno brasileño en salud en relación a otros países para el período comprendido entre 1999 y 2006, sobre la base de datos de 185 países del Banco Mundial. Para ello se utilizó el método del panel de frontera de producción estocástica, con y sin control de las ineficiencias. Los indicadores de salud fueron utilizados como medida de producto y el gasto público en bienes tales fueron utilizados como insumos, junto con otras variables de control. Los resultados muestran que Brasil puede mejorar su eficiencia de producción en salud a través de una mejor gestión de sus recursos.

Palabras clave: frontera estocástica; gastos públicos; salud.

* Professor Associado da Universidade de São Paulo (USP).

** Professor Assistente do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE/UNICAMP).

ANALYSÉ DE L'EFFICACITÉ TECHIQUE DE SYSTÈMES DE SANTÉ ENTRE 1999 ET 2006

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'efficacité technique productive du gouvernement brésilien sur la santé, pour d'autres pays pour produire des biens de santé pour la période entre 1999 et 2006. A cet effet, nous avons utilisé la méthode du panneau frontière de production stochastique, avec et sans les inefficacités de contrôle, utilisant des informations provenant de 185 pays de la Banque Mondiale. Certains indicateurs de la santé et de l'éducation ont été utilisées en tant que produit et les dépenses publiques pour de tels produits ont été utilisés comme intrants, ainsi que d'autres contributions pertinentes et les variables de contrôle. Les résultats montrent que le Brésil doit améliorer son efficacité de production en matière de santé par une meilleure gestion de ses ressources.

Mots-clés: frontière stochastique; les dépenses; la santé.

JEL: H51, I12, I18

1 INTRODUÇÃO

O governo brasileiro despendeu em média 3,23% de seu produto interno bruto (PIB) em saúde entre 1999 e 2006, conforme Indicadores do Banco Mundial (WDI). Comparado com a média dos demais países,¹ 3,67%, este valor não se mostra muito discrepante. Entretanto, deve-se observar que existe um padrão desigual nestes gastos entre estes países – por exemplo, para os países-membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) estes percentuais são muito superiores: 6,19%.

Tendo em vista que esse padrão diferenciado entre gastos públicos com saúde, o objetivo deste estudo foi avaliar o grau de eficiência técnica² de tais gastos sobre a formação de capital humano, pela melhoria no estado de saúde de suas populações (Becker, 1993 e Grossman, 1999). Entretanto, por não ser trivial mensurar a eficiência, dada a própria dificuldade em sua observação, buscou-se avaliar tal critério por comparação com outros países.

Para essa finalidade, foi utilizado o método de Fronteira Estocástica (FE) de produção, desenvolvido por Battese e Coelli (1995). Esta análise permite avaliar, particularmente, a posição relativa do Brasil no que se refere à eficiência de gasto público com saúde e educação, para gerar indicadores sociais específicos.

Tendo em vista que as políticas de saúde têm características de políticas universais, um estudo sobre a eficiência do gasto público com saúde é crucial para o Brasil, porque o país possui um sistema universal de saúde e somente

1. A partir de comparação realizada com 230 países, com base em informações disponíveis no WDI, pôde-se recuperar um painel balanceado de 8 anos referente a 185 países.

2. Os autores agradecem aos pareceristas anônimos pelas sugestões ao artigo.

17%³ da população possui seguro de saúde privado, que em conjunto com gastos em medicamentos responde pela maior parcela de gastos privados com saúde no país (Nishijima e Biasoto Júnior, 2005).

Além desta introdução, o artigo está estruturado em cinco seções. Na seção 2, é realizada uma breve revisão da literatura sobre o tema. A seção 3 apresenta os dados utilizados e a metodologia de FE. A seção 4 apresenta os resultados obtidos, a seção 5 estrutura uma discussão sobre o estudo, e, por fim, a seção 6 resume as conclusões obtidas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Diversos estudos *cross-countries* têm estimado modelos para medir a eficiência dos gastos públicos (Souza, 2006). Estes estudos, em geral, podem ser divididos em dois grandes grupos, os não paramétricos – como o Free Disposable Hull (FDH) e a Data Envelopment Analysis (DEA), que são técnicas que buscam estabelecer critérios de comparação entre os gastos a partir da definição de *scores* – e os paramétricos, entre os quais se destacam os que utilizam a FE de produção.

Na metodologia paramétrica FDH, tem-se o estudo de Gupta e Verhoeven (2001). Eles avaliam a eficiência dos gastos em educação e saúde, em países africanos, entre 1984 e 1995. Seus resultados sugerem que estes países são menos eficientes na oferta de serviços de educação e saúde quando comparados com os países da Ásia e do hemisfério ocidental, embora tenha ocorrido um aumento na produtividade ao longo do tempo. Além disso, encontram evidência de relação negativa entre os *scores* de eficiência de produto e o nível de gasto público, sugerindo que melhorias na educação e na saúde exigem mais eficiência e não maiores alocações orçamentárias.

Na mesma linha, destacam-se os trabalhos de Afonso e Aubyn (2004), Herrera e Pang (2005) e Pang (2005) que trabalham tanto com o DEA quanto com o FDH. Os primeiros constroem um *score* de eficiência de gastos em educação e saúde para uma amostra de países da OCDE e apresentam resultados de eficiência de insumo – uso excessivo de insumo para um dado nível de produto – e de eficiência de produto – produto menor para um dado nível de insumos. Seus resultados sugerem a existência de um *cluster* de países eficientes nas duas áreas: Finlândia, Japão, Coreia e Suécia. O segundo trabalho estima a fronteira eficiente para vários indicadores de produto, de saúde e educação, para uma amostra de 140 países no período 1996-2002, calculando ineficiências tanto de produto quanto de insumo e verifica as regularidades empíricas que explicam a variação de eficiência entre os países. Seus resultados apontam que países com níveis mais altos de gastos, com participação elevada dos gastos com salário

3. De acordo com as Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílio (PNADs) de 1998 e 2003 que possuem informações suplementares sobre saúde.

no orçamento total, com altas taxas de financiamento público na provisão de serviços e com epidemias de AIDS, são menos eficientes. Por fim, Pang (2005) estuda a eficiência dos gastos de governos de 140 países em desenvolvimento, entre 1996 e 2002, por intermédio de modelos de fronteira eficiente, para indicadores de saúde e educação. Seus resultados mostram que países com maiores níveis de gastos e cujos salários representam os mais altos do governo registram os menores graus de eficiência. Similamente, países com taxas maiores de financiamento público, em relação ao privado, de serviços de provisão e com maiores desigualdades de renda são menos eficientes.

Afonso, Schuknecht, e Tanzi (2003), valendo-se da metodologia FDH, constroem um *score* (índice) de desempenho do setor público para os países da OCDE, composto pelos seguintes subindicadores: qualidade das funções administrativas; resultados em educação; resultados em saúde; qualidade da infraestrutura; grau de desigualdade; estabilidade econômica; e desempenho econômico. Estes indicadores foram utilizados como produto das fronteiras de produção e o gasto público total como insumo, de forma a ordenar a eficiência dos países.

Baldacci, Guin-Siu e Mello (2003) utilizam uma amostra de 96 países em desenvolvimento, entre 1996 e 1998, para estimar as elasticidades dos gastos públicos com saúde e educação sobre os indicadores sociais relacionados empregando a metodologia de variável latente. Seus resultados sugerem que os gastos públicos são importantes para a obtenção de valores desejáveis dos indicadores sociais, particularmente no caso dos indicadores de saúde.

Jayasuriya e Woodon (2002) se valem de uma abordagem paramétrica para estimar a eficiência em gastos com saúde e educação de 76 países em desenvolvimento ao longo dos anos 1990 e 1998. Para a educação, o produto escolhido foi a matrícula no ensino primário e para a saúde a expectativa de vida. Os autores estimaram uma função de produção linear para cada um destes produtos contra três insumos: produto *per capita*; gasto *per capita*; e taxa de alfabetização de adultos. Não encontraram relação significativa entre os produtos da educação e da saúde e os gastos, quando o produto *per capita* foi considerado como insumo.

Os países que apresentaram menor eficiência nos gastos em educação foram Etiópia, Nigéria e Burkina Faso, e os países com menor eficiência nos gastos em saúde foram Malawi, Zâmbia, Moçambique e Etiópia. Jarasuriya e Woodon (2002) procuraram, ainda, explicar as diferenças na eficiência dos gastos entre os diferentes países. A qualidade da burocracia e o grau de urbanização apareceram como os fatores mais importantes.

Na abordagem paramétrica, é possível destacar os estudos descritos a seguir. Evans *et al.* (2000) e Tandon *et al.* (2000) usam o método de FE de produção para mensurar a eficiência dos gastos totais com saúde de 191 países entre 1993 e 1997 – a partir de uma função de produção com um produto, expectativa de vida da

população; e dois insumos, gastos com saúde (públicos e privados) e a média de anos de escolaridade da população adulta – e concluem que Omã, Chile e Costa Rica correspondem aos sistemas de saúde mais eficientes, enquanto Zimbábue, Namíbia, Botsuana, Malawi e Lesoto, os mais ineficientes. O Brasil, em uma escala de eficiência, em que 0 é menos eficiente e 1 mais eficiente, estaria na faixa de valores entre 0,72 e 0,79, juntamente aos países como Estados Unidos e Argentina.

Greene (2004) estima uma FE de produção para avaliar a eficiência dos gastos em saúde utilizando os dados da Organização Mundial da Saúde (em inglês, World Health Organization – WHO). O autor estima uma função de produção para a saúde empregando os gastos públicos e privados conjuntamente, considerando a educação como insumo. Greene (2004) modela a ineficiência produtiva utilizando um conjunto de variáveis. A desigualdade de renda, o produto *per capita* e uma *dummy* para países tropicais apareceram como estatisticamente significantes para explicar a ineficiência dos gastos em saúde.

Greene (2010) revisita o estudo de Tandon *et al.* (2000) e reestima as FEs para a produção de saúde empregando a correção por viés de seleção. Embora encontre resultados diferentes conforme a forma funcional da função de produção, conclui que as diferenças entre países da OCDE e não OCDE são observáveis – como a renda *per capita* – e não configuram um viés de seleção como era esperado.

Marinho, Cardoso e Almeida (2012) estimam uma FE para avaliar a produção de saúde, por meio do uso de gastos com saúde como insumo de interesse, utilizando dados dos países da OCDE mais o Brasil. Seus resultados apontam para uma melhoria significativa da eficiência técnica do Brasil em período mais recente, ainda que frente aos demais países desenvolvidos apresente desvantagens relativas.

Entre os estudos exclusivos para o país, destacam-se, na área de saúde, os de Marinho (2003) e Souza, Nishijima e Rocha (2010). O primeiro analisa a eficiência da prestação de serviços de saúde em municípios do Rio de Janeiro e aponta a existência de ineficiências não pronunciadas no estado a partir de estimativas DEA. Souza, Nishijima e Rocha (2010) avaliam municípios da região Sudeste e concluem por melhores *scores* de eficiência em localidades com ganhos de escala – hospitais e população.

3 DADOS E ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Foi utilizada uma amostra em painel de 185 países com informações anuais úteis,⁴ referentes ao período 1999-2006, provenientes do Banco Mundial (em inglês, World Development Indicators – WDI).⁵ Muitos dados, principalmente os indicadores sociais, estavam disponíveis em apenas algumas datas. Assim,

4. A partir de observação de 230 países.

5. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/>>. Acesso em: jan. 2011.

como procedimento padrão, foram atribuídos para frente os valores disponíveis em uma data. Este procedimento permitiu um aumento significativo da amostra utilizada uma vez que havia poucas informações “casadas”⁶ entre os diferentes países. A tabela 1 resume as variáveis utilizadas para a obtenção das estimativas. Todas as variáveis foram utilizadas na forma logarítmica. A tabela 2 mostra os países incluídos na amostra.

TABELA 1
Variáveis utilizadas em logaritmos exceto *dummies*

<i>Outcomes</i> saúde	Descrição
llife_ex	Esperança de vida ao nascer – medida em anos
llwbirthweibb	Percentual de nascimento de bebês abaixo do peso, por número de nascimentos
lmor_inf	Taxa de mortalidade, crianças – por mil crianças nascidas vivas
lmort_cm_desea	Mortalidade por doença infectocontagiosa sobre mortalidade total
lundnourish	Percentual de pessoas desnutridas
Variáveis explicativas e controles	Descrição
lgpu_sau	Valor do gasto público em saúde medido em dólares constantes de 2000
lhosp_bed	Leitos por mil habitantes
lnurse	Enfermeiros por mil habitantes
lphysi	Médicos por mil habitantes
lpop	População total
ltert_edu_teach	Número de professores com ensino superior
lgsau_GDP	Gasto com saúde como percentual do PIB
IGDP	PIB em dólares constantes de 2000
IGDPpc	Renda <i>per capita</i>
lpu_sau_gtot	Gasto público com saúde sobre gasto total com saúde
lncd#	<i>Dummies</i> de renda <i>per capita</i> (cinco categorias) do Banco Mundial
lyd#	<i>Dummies</i> de ano

Fonte: Banco Mundial. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/>>. Acesso em: jan. 2011.

TABELA 2
Países incluídos na amostra

África Central, República da	Canadá	Geórgia	Macedônia, República da	República Tcheca
África do Sul	Catar	Granada	Madagascar	Romênia
Albânia	Cazaquistão	Grécia	Malásia	Ruanda
Alemanha	Chade	Guatemala	Malawi	Rússia
Andorra	Chile	Guiana	Maldivas	Samoa
Angola	China	Guiné	Mali	Santa Lúcia
Antígona e Barbuda	Chipre	Guiné Equatorial	Malta	São Cristóvão e Neves
Arábia Saudita	Cingapura	Guiné-Bissau	Marrocos	São Vicente e Granadinas
Argélia	Colômbia	Haiti	Maurício	Senegal

(Continua)

6. Nota-se que embora seja possível estimar o FE com um painel desbalanceado (Battese e Coelli, 1995), o número de informações existentes inviabilizaria o trabalho.

(Continuação)

Argentina	Comores	Holanda	Mauritânia	Serra Leoa
Armênia	Congo, República Democrática do	Honduras	México	Sérvia
Aruba	Congo, República do	Hong Kong	Mianmar	Seychelles
Ásia do Sul	Coreia, República da	Hungria	Micronésia	Síria, República Árabe da
Austrália	Costa do Marfim	Iêmen, República do	Moçambique	Sri Lanka
Áustria	Costa Rica	Ilhas Marshall	Moldova	Sudão
Azerbaijão	Croácia	Ilhas Salomão	Mônaco	Suécia
Bahamas	Cuba	Índia	Mongólia	Suíça
Bahrain	Dinamarca	Indonésia	Namíbia	Suriname
Bangladesh	Djibuti	Irã, República Islâmica do	Nepal	Tailândia
Barbados	Dominica	Irlanda	Nicarágua	Taijiquistão
Belarus	Egito, República Árabe do	Islândia	Níger	Tanzânia
Bélgica	El Salvador	Israel	Nigéria	Togo
Belize	Emirados Árabes Unidos	Itália	Noruega	Tonga
Benin	Equador	Jamaica	Nova Zelândia	Trindade e Tobago
Bermuda	Eritreia	Japão	Omã	Tunísia
Bolívia	Eslovênia	Jordânia	Palau	Turcomenistão
Bósnia e Herzegovina	Espanha	Kiribati	Panamá	Turquia
Botsuana	Estados Unidos	Kuwait	Paquistão	Ucrânia
Brasil	Estônia	Laos	Paraguai	Uganda
Brunei Darussalam	Etiópia	Lesoto	Peru	Uruguai
Bulgária	Fiji	Letônia	Polônia	Uzbequistão
Burkina Faso	Filipinas	Líbano	Portugal	Vanuatu
Burundi	Finlândia	Libéria	Quênia	Venezuela, República Bolivariana da
Butão	França	Líbia	Quirguistão, República do	Vietnã
Cabo Verde	Gabão	Lituânia	Reino Unido	Zâmbia
Camarões	Gâmbia	Luxemburgo	República Dominicana	Zimbábue
Camboja	Gana	Macau, China	República Eslovaca	

Fonte: Banco Mundial. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/>>. Acesso em: jan. 2011.

O método de FE permite distinguir (Kumbhakar e Lovell, 2000),⁷ em uma função de produção, o resultado que depende unicamente de fenômenos aleatórios daquele que se deve à ineficiência técnica produtiva, que independem da gestão, e os que podem ser melhorados por uma gestão mais eficaz. Supõe-se uma função de produção que gere melhorias de capital humano como produto a partir de insumos como os gastos com saúde, além de outros controles. Desse modo, o método permite a comparação entre os países avaliados por ordenação de *scores* de indicadores de capital humano a partir do nível de gastos públicos realizados.

7. Ver Souza (2006) para mais informações.

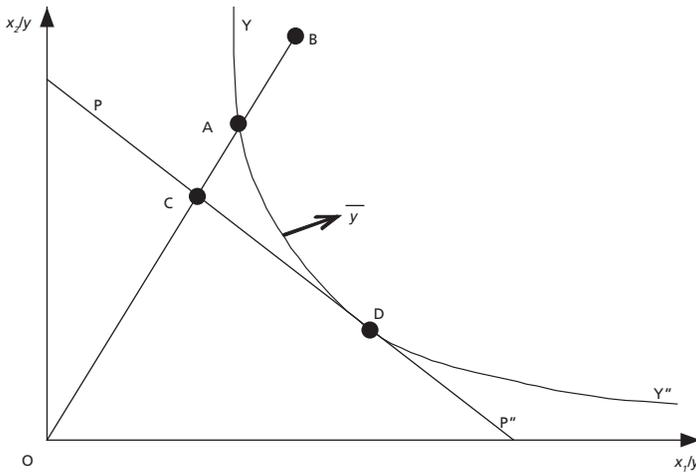
Farrell (1957) foi o pioneiro no uso de FE de produção e teve como base dois tipos de eficiência: a técnica, produzir o máximo possível a partir da mesma quantidade de insumos; e a alocativa, que utiliza insumos em proporções ótimas conforme os preços oferecidos. Supõe-se, entretanto, neste artigo, a ocorrência de eficiência alocativa, a fim de investigar o conceito de eficiência técnica, que remonta ao trabalho de Debreu (1951). Este autor desenvolve o coeficiente de utilização de recursos capaz de medir a utilização da capacidade produtiva total da economia. De acordo com Farrel (1957), um estudo sobre a eficiência alocativa é indicado quando o objetivo é verificar se as firmas agem maximizando lucros ou minimizando custos, o que não é objeto deste estudo. Como o objeto aqui perseguido é a obtenção de uma relação técnica de produção, restringiu-se à análise do conceito de eficiência técnica.

O conceito de eficiência técnica diz respeito à relação entre as quantidades produzidas de produto e as quantidades utilizadas de fatores. Quando o volume de produção de uma firma, dada a combinação de fatores, fica aquém do máximo possível a ser atingido com aquela combinação, tem-se a presença de ineficiência técnica. Do ponto de vista do vetor de produtos, considera-se a situação em que ao fixar a quantidade de produto, uma firma produz usando quantidades de insumos acima das necessárias. Formalmente, sob a hipótese de convexidade do conjunto de produção, Y , os vetores de insumos, x , e de produtos são tecnicamente eficientes quando pertencem às suas respectivas isoquantas.

O gráfico 1 ilustra a medida de ineficiência técnica de uma firma com tecnologia monoprodutora que se utiliza de dois insumos (x_1, x_2). A isoquanta YY'' representa todas as combinações eficientes de (x_1, x_2) para produzir a quantidade \bar{y} . Portanto, uma firma atuando no ponto B e produzindo \bar{y} é tecnicamente ineficiente. A medida da ineficiência é dada pela contração radial do vetor (x_1, x_2) até o ponto A . Sendo assim, a ineficiência técnica da firma em questão é mensurada pela razão entre os segmentos de reta $\overline{OA}/\overline{OB}$ – neste caso tem-se a medida de ineficiência técnica insumo-orientada.

A definição matemática da eficiência técnica utiliza o conceito de função distância. Quando a tecnologia de produção exibe retornos constantes de escala, as funções distância insumo-orientada e produto-orientada possuem a seguinte propriedade: $D_I(x, y) = 1/D_O(x, y) \quad \forall (x, y), x \in X(y) \text{ e } y \in Y(x)$. Sob a hipótese de retornos constantes de escala, a ineficiência técnica medida a partir do vetor de insumos – utilizando os insumos x^f e mantendo y^f fixo – é o recíproco da ineficiência técnica mensurada a partir do vetor de produtos – utilizando o produto y^f e mantendo fixo x^f (Souza, 2006).

GRÁFICO 1
Medida de ineficiência técnica produtiva



Fonte: Farrell (1957).

O método de FE de produção decompõe o resíduo de uma estimativa de produção em dois componentes, um que se refere à ineficiência e outro a choques aleatórios (Lovell, 1993). Sua especificação para dados em painel é a mesma para dados de corte transversal acrescentando um indicador de tempo (Pitt e Lee, 1981), equação (1). Esta foi a equação estimada para os modelos de FE técnica de saúde e educação neste artigo. As variáveis utilizadas estão descritas na sequência. Lovell (2000) aborda o uso destas em avaliação de eficiência no setor público.

$$\ln y_{it} = \beta_0 + f(\beta_k, x_{it}^k) + v_{it} - u_{it}, \quad i=1, \dots, I; \quad k=1, \dots, n; \quad t=1, \dots, T \quad (1)$$

Sendo:

- 1) $\ln y_{it}$ é o logaritmo da quantidade produzida pela firma i no tempo. Neste artigo, corresponde ao logaritmo do indicador de capital humano utilizado.

Como indicadores de saúde, *outcomes*, neste artigo, foram usados: esperança de vida ao nascer, *life_ex*; taxa de mortalidade infantil, *mor_inf*; percentual de crianças nascidas desnutridas, *lwbirthweibb*; taxa de mortalidade por doença infectocontagiosa, *mort_cm_desea*; e percentual de pessoas desnutridas, *undnourish*.

- 2) β_0 é o intercepto da equação.

- 3) $f\beta_k, x_{it}^k$ é a forma funcional de produção; foram testadas duas formas funcionais distintas, como será visto na seção 4, cuja diferença se resume na maneira como são incluídos os insumos e as variáveis de controle.
- 4) β_k é o vetor de coeficientes tecnológicos.
- 5) x_i^k é o vetor de insumos utilizado na produção pela firma i .

Para os modelos de eficiência técnica por FE em gasto público com saúde, este vetor possui os seguintes insumos e variáveis de controle: gasto público com saúde gpu_sau ; renda nacional bruta, GDP ; número de médicos por 10 mil habitantes, $physi$; número de enfermeiros por mil habitantes, $nurse$; número de leitos médicos por mil habitantes, $hosp_bed$; número de professores de educação terciária – de cursos de graduação ou equivalente –, $tert_edu_teach$; *dummies* de ano, yd ; *dummies* de níveis de renda *per capita* conforme classificação do Banco Mundial, $incd$; e finalmente, para o caso em que o indicador de saúde estava em valores absolutos utilizou-se a população do país para o controle da importância relativa *per capita*, pop .

Importante notar que nessa especificação, na primeira, foram incluídos diretamente os gastos públicos com saúde e não os gastos totais. Além disso, foram introduzidas renda interna bruta e *dummies* de renda *per capita* para controlar os efeitos reconhecidamente importantes da renda sobre os indicadores de saúde, sobretudo da renda *per capita*, apontados pela literatura aplicada.

As variáveis de leitos e profissionais de saúde buscam captar a capacidade instalada de produção nos países, uma vez que os gastos com saúde correspondem a uma medida de fluxo. As *dummies* de tempo buscam captar possíveis efeitos de evolução de tecnologia de produção, posto que os modelos foram estimados com tecnologia invariante no tempo.⁸ Nota-se que em todos os modelos estimados, estas variáveis se mostraram significativas em relação a 2006, ano escolhido como referência, sugerindo uma possível evolução da tecnologia no tempo.

6) v_i é o choque aleatório não correlacionado com x_i^k e u_i e com distribuição $N(0, \sigma_v^2)$.

7) u_i é o termo de ineficiência não negativo da firma i também não correlacionado com x_i^k .

Conforme Souza, Nishijima e Rocha (2010) e Souza (2006), os coeficientes tecnológicos das FEs de produção foram estimados por máxima verossimilhança,

8. Exceto para o caso de mortalidade infantil, cujos valores iniciais não permitiram a estimação por máxima verossimilhança e se estimou um modelo de tecnologia variável no tempo.

sob as seguintes hipóteses distributivas sobre o termo de ineficiência u_i : distribuição exponencial em uma especificação; e normal-truncada em outra. Esta última, desenvolvida por Battese e Coelli (1995), permite maior flexibilidade e variação da ineficiência técnica no tempo. Portanto, considerando a equação (1) tem-se o termo de ineficiência seguindo uma distribuição normal truncada: $u_{it} \sim N^+(z_i \delta, \sigma_u^2)$. O termo $z_{it} \delta$ que representa a média da ineficiência é composto pelo vetor de variáveis específicas das firmas z_{it} , e δ o vetor de coeficientes associados a estas variáveis.

O termo de ineficiência é modelado por $u_{it} = z_{it} \delta + w_{it}$, sendo w_{it} uma variável correspondente à truncagem de uma normal com média zero e variância σ_w^2 no ponto $(-z_{it} \delta)$, ou seja, $w_{it} \geq (-z_{it} \delta)$. Foi escolhida a forma funcional Cobb-Douglas, por ser facilmente linearizada pela aplicação de logaritmos.

Conforme Souza, Nishijima e Rocha (2010) e Souza (2006), sendo v_{it} e u_{it} independentes com suas respectivas distribuições conhecidas, a distribuição conjunta v_{it} e u_{it} é dada por $f(v_{it}, u_{it}) = f(u_{it}) \times f(v_{it})$; e desde que $\varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$ tem-se que $f(v_{it}, u_{it}) = f(u_{it} + \varepsilon_{it}, u_{it}) = f(\varepsilon_{it}, u_{it})$. A função de distribuição conjunta assume, portanto, a seguinte forma:

$$f(\varepsilon, u) = \frac{e^{-\frac{1}{2} \left[\left[\frac{(u - \mu)^2}{\sigma^2} \right] + \left[\frac{(\varepsilon - z\delta)^2}{(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)} \right] \right]}}{2\pi\sigma_u\sigma_v\Phi(z\delta/\sigma_u)} \quad (2)$$

Sendo:

$$\mu_* = \frac{\sigma_v^2 z\delta - \sigma_u^2 \varepsilon}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}, \quad \sigma_*^2 = \frac{\sigma_u^2 \sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2} \text{ e } \Phi(z\delta/\sigma) \text{ uma função de distribuição}$$

acumulada da normal padrão avaliada no ponto $(z\delta/\sigma_u)$.

Sendo (3) a distribuição do erro idiossincrático ε :

$$f(\varepsilon) = \frac{e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{(\varepsilon + z\delta)^2}{(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)} \right]}}{\sqrt{2\pi} (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)^{0,5} [\Phi(z\delta/\sigma_u)/\Phi(\mu_*/\sigma_*)]} \text{ com } -\infty \leq \varepsilon \leq \infty \quad (3)$$

Os parâmetros são estimados pela maximização do logaritmo da seguinte função de verossimilhança:

$$L(\beta, \delta, \sigma_u, \sigma_v) = -\frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^N T_i \right) \left\{ \ln 2\pi + \ln \sigma_s^2 \right\} - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} \left\{ (y_{it} - x_{it}\beta + z_{it}\delta)^2 \sigma_s^2 \right\} - \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^{T_i} \left\{ \ln \Phi(d_{it}) - \ln \Phi(d_{it}^*) \right\} \quad (4)$$

Com:

$$\begin{aligned} d_{it} &= z_{it}\delta / (\gamma\sigma_s^2)^{0,5} \\ d_{it}^* &= \mu_{it}^* / [\gamma(1-\gamma)\sigma_s^2]^{0,5} \\ \mu_{it}^* &= (1-\gamma)z_{it}\delta - \gamma(y_{it} - x_{it}\beta) \quad e \quad \sigma_s^2 \equiv \sigma_u^2 + \sigma_v^2; \gamma \equiv \sigma_u^2 / \sigma_s^2 \end{aligned}$$

Os parâmetros da equação (4) permitem verificar a relevância do termo de ineficiência: se γ converge para 1, o termo de ineficiência predomina sobre o erro idiossincrático.

Os modelos foram estimados utilizando o pacote STATA versão SE 10.1 – com pacote `frontier_teci` – 2010 e o pacote Frontier versão 4.1.

4 RESULTADOS

Duas especificações foram testadas para a obtenção das estimativas de FE para avaliar a eficiência técnica dos gastos em saúde. Procedeu-se inicialmente a um modelo que permite que a forma funcional da função de produção seja afetada por outros determinantes – as covariadas entram diretamente na função de produção –, quando incluiu-se o gasto público com saúde, medido em dólares constantes de 2000, como insumos. Tais modelos (tabela 3) permitem o controle de efeitos específicos por países.

A segunda especificação, conforme Battese e Coelli (1995), estima uma função de produção fixa com as covariadas e inclui variáveis explicativas da ineficiência (tabela 4). Neste caso, foram considerados como insumos os gastos totais com saúde como percentual do PIB em cada grupo, e o percentual deste gasto realizado pelo governo consiste em uma variável explicativa da ineficiência produtiva, quando se busca inferir sua significância e direção (sinal) para reduzir a ineficiência.

(Continuação)

	799	804	697	804	770
Número de observações					
sigma_u2	0.0822998	0.2509587	0.3539509	0.1506	0.9073917
sigma_v2	0.000052	0.0035049	0.0126387	0.0007	0.0031791
Log likelihood	2426.2617	777.13789	319.60353		752.3999
Wald chi2(16)	1117.02	1197.09	556.37		924.74
Prob > Chi2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Elaboração dos autores.

Notas: ⁽¹⁾ Significante a 10%.⁽²⁾ Significante a 5%.⁽³⁾ Significante a 1%.⁽⁴⁾ It: modelo invariante no tempo.⁽⁵⁾ DVD: modelo variante no tempo com decaimento.⁽⁶⁾ Err.Std.: Erro Padrão.

TABELA 4

Estimativas de FE técnica de produção com ineficiência justificada – indicadores de saúde

	llife_ex	lmor_inf	lmort_cm_desea	lundrourish	
Score Brasil	0.9101956	0.6461496	0.4957363	0.8683944	
Menor score	Zâmbia	Azerbaijão	Botsuana	Burundi	
Maior score	Costa Rica	Cingapura/Japão	Hungria	Japão	
	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Coefficiente	Err. Std.
lgsau_GDP	0.0058582 ⁽²⁾	-0.3072732 ⁽³⁾	-0.2742067 ⁽³⁾	-0.130682 ⁽²⁾	0.055
lphysi	0.019261 ⁽³⁾	-0.1616637 ⁽³⁾	-0.2888292 ⁽³⁾	-0.1303133 ⁽³⁾	0.027
lhosp_bed	0.013606 ⁽³⁾	-0.0427049 ⁽³⁾	-0.3306051 ⁽³⁾	-0.1184786 ⁽³⁾	0.032
yd1	-0.0172742 ⁽³⁾	0.1299075 ⁽³⁾	-0.0412206	-0.0490369	0.069
yd2	-0.0168595 ⁽³⁾	0.1336446 ⁽³⁾	-0.0345069	-0.041457	0.069
yd3	-0.0162674 ⁽³⁾	0.1351753 ⁽³⁾	-0.0295386	-0.0370196	0.069
yd4	-0.0111946 ⁽³⁾	0.1457038 ⁽³⁾	-0.0316271	-0.0274562	0.069
yd5	-0.0107556 ⁽³⁾	0.1485098 ⁽³⁾	-0.0200709	-0.0151191	0.068

(Continua)

(Continuação)

	llife_ex	lincor_inf	limport_cm_desea	lundrourish	
y6	-0.0103361	0.1526438 ^(a)	-0.0244868	-0.0224333	0.068
y7	-0.0015959	0.0237603	-0.0059239	-0.0095913	0.068
_cons	4.340209 ^(a)	4.786993 ^(a)	4.402991 ^(a)	4.125424	84.701
lpu_sau_gtot	0.0114828	0.3287956 ^(a)	0.0859873	0.25052 ^(a)	0.059
lGDP	-0.0254014 ^(a)	0.0834091 ^(a)	0.0393721 ^(a)	0.2719757 ^(a)	0.030
Lpop	-	-	-	-0.2342705 ^(a)	0.0322283
incd1	0.6131749 ^(a)	-1.677944 ^(a)	-0.5567929 ^(a)	-0.3338779 ^(a)	0.129
incd2	0.3808346 ^(a)	-1.165917 ^(a)	-0.3755555 ^(a)	-0.249893 ^(a)	0.093
incd3	0.3648696 ^(a)	-0.7384255 ^(a)	-0.0963343 ^(a)	-0.0402586	0.068
_cons	0.1642638	-1.184126 ^(a)	-0.1691699	-1.806188	84.702
//lsigma2	-3.945599 ^(a)	-1.329813 ^(a)	-1.305648 ^(a)	-1.187442 ^(a)	0.044
//lgamma	5.266683 ^(a)	2.162556 ^(a)	0.8157777 ^(a)	-3.241469	365.535
sigma2	0.0193396	0.2645268	0.2709969	0.3050005	0.013
gamma	0.9948658	0.8968362	0.6933393	0.0376346	13.239
sigma_u2	0.0192403	0.2372373	0.1878928	0.0114786	4.038
sigma_v2	9.93E-05	0.0272896	0.0831041	0.293522	4.038
Número de observações	1.126	1.131	1.123	1.052	
Log likelihood	1508.4327	-732.80363	-791.6278	-868.09628	
Wald chi2(16)	212.480	307.440	474.410	120.500	
Prob > chi2	0.000	0.000	0.000	0.000	

Elaboração dos autores.

Notas: ^(a) Significante a 10%.^(b) Significante a 5%.^(c) Significante a 1%.^(d) Err. Std.: Erro Padrão.

Os resultados da primeira especificação de modelos FE para avaliar a eficiência técnica de produção de saúde (tabela 4) sugerem que, para a maioria deles, os gastos públicos são estatisticamente significantes para explicar seu bom desempenho,⁹ mesmo quando se controla pela renda *per capita* dos países. A exceção foi o percentual de mortes por doenças infectocontagiosas cujos gastos públicos com saúde não se mostraram estatisticamente significantes para explicar seu comportamento. Os resultados também sugerem haver dominância do termo de ineficiência sobre o termo aleatório em todos os modelos estimados, uma vez que γ mostrou-se muito próximo da unidade.

Deve-se observar, para o caso de indicadores como mortalidade infantil e bebês com peso abaixo do peso ideal – indicativo de desnutrição –, que modelos gerais de produção de indicadores como os propostos trazem resultados condicionais ao fato de serem fenômenos tipicamente associados a países muito pobres ou de renda média com alto grau de desigualdade. Por exemplo, países desenvolvidos apresentam baixas taxas de crianças abaixo do peso ou de mortalidade infantil, tendo convergido a tais valores há mais tempo. Assim, valores adicionais correntes aplicados em saúde tendem a produzir um retorno proporcionalmente menor, associados a retornos decrescentes, uma vez que já estão próximos de taxas consideradas ótimas. Os modelos estimados buscam controlar por estas diferenças, usando a renda nacional (PIB), *dummies* de renda *per capita* e capacidade instalada de serviços médicos, como número de leitos e profissionais associados aos serviços de saúde.

A tabela 3 fornece, adicionalmente, informações de eficiência técnica produtiva do Brasil. Considerando um indicador que atinge 1 na eficiência produtiva e 0 na ineficiência, a partir de previsões de modelos de FE, verifica-se que o Brasil tem os seguintes *scores* na produção de indicadores de saúde: 0,860 para expectativa de vida ao nascer, enquanto o país com melhor desempenho atinge 0,997; 0,75 em média para mortalidade infantil, que foi estimada por seu complemento, enquanto o país de melhor desempenho atinge 0,97; 0,16 para bebês nascidos abaixo do peso ideal contra 0,02 do país com melhor desempenho – neste caso, quanto menor melhor; 0,68 para proporção de mortes por doenças infectocontagiosas, sendo 0,97 o melhor desempenho – estimado pelo complemento; e 0,5 para pessoas com desnutrição – quanto menor melhor – contra 0,015 do país em melhor eficiência. Este quadro não pode ser considerado um desempenho razoável, precisa ser melhorado por meio de políticas de gestão mais eficazes.

9. Importante para a leitura das estimativas de todos os modelos de indicadores mostrados nas tabelas é não perder de vista que, em se tratando de funções de produção, alguns indicadores são tão melhores quanto menores forem seus *scores*. Deste modo, a leitura dos sinais de coeficientes estimados deve ser feita conforme o indicador. Por exemplo, um sinal negativo do coeficiente associado aos gastos públicos com saúde para explicar a mortalidade infantil indica uma contribuição favorável desta variável para produzir o indicador caso seja estatisticamente significante.

No segundo conjunto de modelos estimados (tabela 4) que permitem a modelagem paramétrica da ineficiência produtiva, verifica-se que de modo geral os gastos públicos com saúde contribuem para melhorar a eficiência ou alternativamente não afetam significativamente a eficiência, conforme o indicador. Aonde se pode concluir que seu efeito pelo menos não piora a eficiência técnica produtiva do bom desempenho dos indicadores de saúde.

5 DISCUSSÃO

Neste artigo, foram estimadas duas especificações para a função de produção de saúde. A primeira utilizou gastos públicos com saúde e educação como insumos (*inputs*) – especificamente gasto público com saúde para explicar indicadores de saúde e gastos públicos com educação para explicar indicadores de educação –, cujas significâncias estatísticas os revelaram como insumos relevantes, significativos ou não para gerar os produtos resultados dos indicadores de capital humano.

Na segunda especificação, os gastos totais – públicos mais privados – com saúde foram considerados como insumos, e em uma modelagem da ineficiência produtiva utilizou-se o percentual destes gastos realizado pelo governo, cuja significância estatística e sinal do coeficiente estimado indicam a contribuição da variável para avaliar sua importância na promoção ou na redução da ineficiência produtiva.

Em ambas as especificações foram utilizadas *dummies* de renda *per capita* como controle sobre os indicadores de capital humano, uma vez que esta variável aparece como seu principal determinante na maioria dos estudos empíricos. Considerando haver alta correlação entre renda *per capita* e gasto com saúde, ao incluir uma destas variáveis explicativas no modelo esta capta parte do efeito de outra, dificultando assim a análise parcial.¹⁰ Além disso, alguns estudos apontam que os gastos públicos contribuem para a ineficiência produtiva enquanto outros sugerem evidência em contrário. Mas deve-se considerar que tais resultados emanam de diferentes formas funcionais e diferentes medidas de gastos com saúde (Greene, 2010). Assim, dependendo da medida de gasto utilizada pode existir alta correlação entre gastos totais com saúde e gastos públicos com saúde. Deste modo, ao incluir estas duas variáveis nos modelos como variáveis explicativas incorre-se também no problema de uma variável captar o efeito da outra sobre os resultados do indicador, sendo difícil separar tais efeitos. Adicionalmente, deve-se considerar que se o gasto público de fato cobre uma ausência de gastos privados e então deve gerar eficiência produtiva, principalmente para a parcela da população que não tem renda suficiente para que seu preço de reserva cubra o custo marginal de produção do bem.

10. Para lidar com problemas dessa natureza, ver Marinho, Cardoso e Almeida (2012).

Verifica-se que no Brasil ainda existe espaço para a melhoria do desempenho de indicadores de saúde, desde que a eficiência técnica produtiva também melhore, pois seus *scores* de eficiência nos diferentes indicadores de capital humano, utilizados como produtos na função de produção, sugerem que melhorias de gestão podem contribuir para a sua evolução em direção à fronteira de produção. Estes resultados vão de encontro a estudos prévios, tais como os de Marinho, Cardoso e Almeida (2012). Uma das medidas que está sendo tomada pelo governo brasileiro no que se refere à melhoria de gestão se relaciona com os programas federais que buscam coibir a corrupção na saúde e na educação. Este é o caso da Controladoria-Geral da União (CGU),¹¹ que tem auditado municípios, definidos a partir de um sorteio, para investigar possíveis irregularidades no uso de verbas com destinação específica para a saúde e a educação.

Tal resultado, entretanto, deve ser analisado de maneira mais ampla, no contexto da modelagem da função de produção e dos estudos empíricos semelhantes realizados sobre os gastos com saúde.

Considerando o resultado mais amplo de que os gastos totais com saúde e educação são significantes para explicar o bom desempenho de alguns indicadores de capital humano, os gastos públicos tendem a reduzir a ineficiência produtiva dependendo do indicador, mesmo quando se controla pela renda média dos países.

O resultado mais específico para o Brasil mostra que para vários indicadores existe espaço para melhoria de gestão de maneira a levar o país mais próximo da fronteira de produção. O indicador de eficiência se situa entre 0 e 1 – respectivamente do menos eficiente para o mais eficiente. O *score* do Brasil para cada indicador de saúde está disponível acima de cada modelo estimado, como demonstrado nas tabelas 3 e 4. Estes resultados devem levar em consideração, entretanto, que na gestão dos recursos da saúde o total de gasto do governo brasileiro em saúde é relativamente pequeno. Ele corresponde a apenas 42% contra uma média mundial de 57,2%, e uma média de 72% dos países membros da OCDE.

6 CONCLUSÕES

Foram estimadas duas especificações de modelos de FE de técnica de produção com indicadores de saúde como produtos, e gastos públicos com saúde e educação como insumos, além de outros insumos, entre 1999 e 2006, utilizando dados anuais do Banco Mundial, com o intuito de avaliar a eficiência produtiva técnica destes gastos sobre a formação de capital humano. Os resultados apontam que os gastos públicos com saúde ou melhoram ou não afetam significativamente a produção de bons indicadores de saúde para a média dos países. Entretanto, os

11. Para mais informações, consultar *site* da Controladoria-Geral da União (CGU). Disponível em: <<http://www.cgu.gov.br>>.

resultados também sugerem existirem ineficiências na gestão de produção destes indicadores. A constatação de ineficiência técnica associada aos insumos sugere que o melhor uso dos recursos pode levar a um aumento da produção a partir dos mesmos insumos. Deste modo, espera-se que uma melhor gestão no uso destes recursos públicos seja capaz de levar os países para posições mais próximas da fronteira de produção, aumentando sua eficiência produtiva, ainda que sejam mantidos constantes os recursos destinados a tais atividades. Deve-se notar, entretanto, que sob a hipótese de retornos crescentes de escala em alguns indicadores, pode ser necessário um aumento dos gastos com saúde para aumentar a eficiência econômica.

Do ponto de vista do desempenho do Brasil na produção destes indicadores, verifica-se que o país é relativamente ineficiente na produção de mortalidade por doença infecciosa sobre a mortalidade total; sobre a taxa de mortalidade infantil; sobre o percentual de nascimento de bebês abaixo do peso, por número de nascimentos; e sobre o percentual de pessoas desnutridas. Estes resultados vão de acordo com os obtidos pela literatura nacional que estuda tanto o Brasil em específico quanto sua inter-relação com outros países.

TABELA 5
Estatísticas descritivas dos scores de eficiência por indicador

Indicadores	Média	Desvio	Mínimo	Máximo
llife_ex	0.9337234	0.0728752	0.6216789	0.9979846
Llwbirthweibb	0.2084908	0.228574	0.0249946	0.8473722
lmor_inf	0.8368699	0.1150647	0.0502194	0.9742169
lmort_cm_desea	0.4994681	0.3841734	0.0322364	0.9636936
Lundnourish	0.3678204	0.3168659	0.0158037	0.9278632

Elaboração dos autores.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A.; SCHUKNECHT, L.; TANZI, V. **Public sector efficiency: an international comparison**. European: European Central Bank, 2003. (Working Paper, n. 242).
- AFONSO, A.; AUBYN, M. S. **Non-parametric approaches to education and health: expenditure efficiency in OECD countries**. Lisbon: Technical University of Lisbon, 2004. Disponível em: <<http://ideas.repec.org/p/ise/isegwp/wp12004.html>>.
- BALDACI, E. B.; GUIN-SIU, M. T.; MELLO, L. **More on the effectiveness of public spending on health care and education: a covariance structure model**. Washington: IMF, 2003. (Working Paper).

BATTESE, G.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical economics**, v. 20, n. 2, p. 325-332, 1995.

BECKER, G. S. **Human capital**: a theoretical and empirical analysis with special reference to education. 3rd ed. Chicago: University of Chicago Press, 1993.

DEBREU, G. The coefficient of resource utilization. **Econometrica**, v. 19, n. 3, p. 273-292, 1951.

EVANS, D. *et al.* **The comparative efficiency of national health systems in producing health**: an analysis of 191 countries. [s.l.]: WHO, 2000. (GPE Discussion Paper Series, n. 29).

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the royal statistical society**, v. 120, n. 3, p. 253-281, 1957.

GREENE, W. Distinguishing between heterogeneity and inefficiency: stochastic frontier analysis of the World Health Organization's panel data on national health care systems. **Health Econ**, v. 13, p. 959-980, 2004.

_____. A stochastic frontier model with correction for sample selection. **Journal of productivity analysis**, v. 34, n. 1, p. 15-24, Aug. 2010.

GUPTA, S.; VERHOEVEN, M. The efficiency of government expenditures experiences from Africa. **Journal of policy modeling**, v. 23, p. 433-467, 2001.

GROSSMAN, M. **The human capital model of the demand for health**. 1999. (Working Paper, n. 7.078). Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w7078>>.

HERRERA, S.; PANG, G. **Efficiency of public spending in developing countries**: an efficiency frontier approach. [s.l.]: World Bank Policy Research, 2005. (Working Paper, n. 3.645).

JAYASURIYA, R.; WODON, Q. **Measuring and explaining country efficiency in improving health and education indicators**. The World Bank. 2002. Disponível em: <http://mpira.ub.uni-muenchen.de/11183/1/MPRA_paper_11183.pdf>.

KUMBHAKAR, S.; LOVELL, K. **Stochastic frontier analysis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

LOVELL, C. Production frontiers and productive efficiency. *In*: FRIED, H.; LOVELL, C.; SCHMIDT, S. (Eds.). **The measurement of productive efficiency**: techniques and applications. New York: Oxford University Press, 1993.

LOVELL, C. Measuring Efficiency in the Public Sector. *In*: BLANK, J. L.T.; VALDMANIS, V. (Eds.). **Public provision and performance**. Amsterdam: Elsevier, 2000.

MARINHO, A. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde dos municípios do Estado do Rio de Janeiro. **Revista brasileira de economia**, v. 57, n. 3, p. 515-534, 2003.

MARINHO, A.; CARDOSO, S. S.; ALMEIDA, V. V. Avaliação Comparativa de Sistemas de Saúde com a Utilização de Fronteiras Estocásticas: Brasil e OCDE. **Revista brasileira de economia**, v. 66, n. 1, p. 3-19, 2012.

NISHIJIMA, M.; BIASOTO JÚNIOR, G. O padrão de financiamento da saúde nos países da América. *In*: ENCONTRO DA ENANPAD, 24., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília: ANPAD, 2005.

PANG, G. **Efficiency of public spending in developing countries: an efficiency frontier approach**. World Bank Policy Research, 2005. (Working Paper, n. 3.645).

PITT, M.; LEE, L. The measurement and sources of technical inefficiency in Indonesian weaving industry. **Journal of development economics**, v. 9, p. 43-64, 1981.

SOUZA, Igor Viveiros. Avaliação dos ganhos de eficiência e produtividade na indústria farmacêutica brasileira: 1996-2003. 2006. Dissertação (Mestrado em Economia das Instituições e do Desenvolvimento) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SOUZA, I. V.; NISHIJIMA, M.; ROCHA, F. F. Eficiência do setor hospitalar nos municípios paulistas. **Economia aplicada**, v. 14, p. 51/1-66, 2010.

TANDON, A. *et al.* **Measuring the overall health system performance for 191 countries**. [s.l.]: WHO, 2000. (GPE Discussion Paper, n. 30). Disponível em: <<http://www.who.int/entity/healthinfo/paper30.pdf>>.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

STEVENSON, R. Likelihood functions for generalized stochastic frontier functions. **Journal of econometrics**, v. 13, p. 57-66, 1980.

ZOGHBI, A. C. P. *et al.* Mensurando o desempenho e a eficiência dos gastos estaduais em educação fundamental e média. **Estudos econômicos**, São Paulo, v. 39 n. 4, 2009.

Originais submetidos em outubro de 2011. Última versão recebida em julho de 2012. Aprovado em julho de 2012.

