

# AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS SISTEMAS DE SAÚDE DO BRASIL E DE PAÍSES DA AMÉRICA LATINA, DO CARIBE E DA OCDE COM O USO DE FRONTEIRAS ESTOCÁSTICAS

ALEXANDRE MARINHO \*  
SIMONE DE SOUZA CARDOSO †  
VIVIAN VICENTE DE ALMEIDA ‡

## Resumo

Avaliamos a eficiência técnica na provisão de serviços de saúde no Brasil, comparado com os países da América Latina, do Caribe e da OECD. Estimamos um modelo econométrico em que outputs, entre os quais esperança de vida ao nascer; e índice de sobrevivência infantil, e uma variável de dispêndio, o gasto em saúde per capita, são utilizados para avaliar os serviços de saúde dos países. Foi utilizada a metodologia conhecida com Análise de Fronteiras Estocásticas (*Stochastic Frontier Analysis - SFA*). Nosso país apresenta indicadores de saúde desfavoráveis em relação aos países da amostra, e escores de eficiência muito baixos. Entretanto, em termos de posição no ranking de eficiência técnica relativa, o desempenho do Brasil é razoavelmente aceitável.

**Palavras-chave:** sistemas de saúde comparados, fronteiras estocásticas de eficiência, OECD.

## Abstract

We evaluated the efficiency of expenditure in health care provision by comparing output measures (life expectancy; infant survival rate) from the health system of Brazil, Latin American, Caribbean and OECD countries with an expenditure measure (health expenditure per capita). We estimated the efficiency frontier and country rankings by using Stochastic Frontier Analysis (SFA). The Brazilian health indicators are not acceptable, and the efficiency scores are very low but, by another side, our results provide some evidence that Brazil holds a relatively acceptable position in the technical efficiency ranking.

**Keywords:** compared health systems, stochastic frontier analysis, OECD.

**JEL classification:** C61, D24, D61, H51, I12, I18.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.11606/1980-5330/ea171104>

\* Técnico de Planejamento e Pesquisa do IPEA. Professor da FCE-UERJ. E-mail: alexandre.marinho@ipea.gov.br

† Doutora em Saúde Coletiva. Formada no Instituto de Medicina Social - IMS. Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ.

‡ Professora de Economia do Ibmec.

## 1 Introdução

De acordo com a Organização Mundial de Saúde – OMS, entre as destinações que definem um sistema de saúde encontram-se: melhorar e proteger a saúde das pessoas; promover a equidade no financiamento da atenção à saúde; atender às esperanças da população no que se refere às condições de atendimento; e reduzir as desigualdades (OMS - Organização Mundial da Saúde (2000)). A OMS (*ibid.*) utilizou a Análise de Fronteiras Estocásticas de Eficiência (*Stochastic Frontier Analysis- SFA*) para avaliar a eficiência dos sistemas de saúde dos países. Esse tipo de avaliação é uma tarefa importante para governos, gestores, pesquisadores e usuários dos sistemas de saúde. No Brasil, a eficiência na administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, é imperativo constitucional, de acordo com o artigo 37 de nossa Carta Magna (Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil 2006).

Um ponto bastante importante nesse escopo é a necessidade e a possibilidade de ganhos significativos de eficiência, qualquer que seja o modelo do sistema de saúde dos países. Conforme afirma o Departamento Econômico da OECD (OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico 2010): *“There is no health care system that performs systematically better in delivering cost-effective health care. It may thus be less the type of system that matters but rather how it is managed. Both market-based and more centralised command-and-control systems show strengths and weaknesses”*<sup>1</sup>. Ainda, de acordo com OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2010), na presença de desempenhos eficientes, seria possível, em seus países membros, em média, um ganho de dois anos de esperança de vida ao nascer, e uma economia de gastos públicos da ordem de 2% do PIB. Por outro lado, sem melhoria da eficiência, um aumento de 10% nos gastos em saúde elevaria a esperança de vida ao nascer em apenas dois ou três meses.

No presente trabalho, realizamos avaliações de eficiência que procuram inferir, em que medida, os sistemas de saúde dos países seriam eficientes, no sentido de minimizar os gastos per capita, comparando os sistemas de saúde do Brasil e dos países da América Latina, do Caribe e da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico - OECD. Estimamos a magnitude em que variáveis tais como: esperança de vida ao nascer para homens; esperança de vida ao nascer para mulheres; mortalidade infantil (ou o complemento dessa medida: o índice de sobrevivência infantil); podem servir de reflexo para um serviço de saúde eficiente *vis-à-vis* a magnitude do gasto per capita com saúde nos países analisados.

O estudo é baseado na metodologia conhecida como Análise de Fronteiras Estocásticas (*Stochastic Frontier Analysis - SFA*). As fronteiras estocásticas foram desenvolvidas, de modo simultâneo, em Aigner et al. (1977), Battese & Corra (1977), e Meeusen & Van Den Broeck (1977). Existem modelos que priorizam a maximização da produção, dados os custos. No presente trabalho, os modelos utilizados de SFA, por razões de conveniência metodológica, que veremos mais adiante, seguem o método de minimização de custos, dados os produtos.

---

<sup>1</sup>Retirado da Nota Técnica do Departamento Econômico da OCDE, n° 2, intitulado *Health care systems: getting more value for Money*, página 3. Data de acesso: 29072015.

Com o objetivo de tirar proveito de nova base de dados agora disponível, utilizamos um painel de dados que abrange os anos de 2005 a 2010.

A fronteira de produção tem forma  $Y = f(X, \beta) + V - U$ . O modelo econométrico que costuma ser estimado para dados em painel é:  $Y_{it} = \beta_0 + X_{it}\beta + V_{it} - U_{it}$ . O termo  $U_{it} \geq 0$ , que será subtraído do produto, mede a ineficiência produtiva, podendo apresentar distribuição *half-normal*, normal truncada, exponencial, gama ou outra julgada conveniente. O termo  $V_{it}$ , com sinal livre, representa os choques idiossincráticos, assumindo usualmente distribuição normal. Os termos  $U_{it}$  e  $V_{it}$  são independentes.

Uma fronteira de custos apresenta os custos como função do nível de produção e dos preços dos fatores de produção e tem a forma geral  $C = C(Y, W, \beta, \mu) + V + U$ . Nesse caso, o modelo econométrico usualmente estimado em painel tem a forma  $C_{it} = \beta_0 + \beta W_{it} + \mu Y_{it} + V_{it} + U_{it}$ . Agora, o termo  $U_{it} \geq 0$ , que será somado aos custos, mede a ineficiência de custos. As demais propriedades dos termos  $U_{it}$  e  $V_{it}$  são as mesmas da função de produção.

Adicionalmente, com o intuito de explicar as possíveis fontes de ineficiência, conforme a proposição de Battese & Coelli (1995), o termo de ineficiência é objeto de regressão. Nessa regressão, que é estimada simultaneamente com o modelo de estimativa de eficiência, as variáveis “Ano”; “Densidade Demográfica” e “Índice de Desenvolvimento Humano – IDH” são as variáveis explicativas. Se todos os coeficientes das variáveis explicativas da eficiência técnica fossem iguais a zero, o que, como veremos, não ocorre no presente texto, voltaríamos ao modelo original de Aigner et al. (1977), Battese & Corra (1977), e Meeusen & Van Den Broeck (1977).

As SFAs têm sido objeto de vasta aplicação na avaliação de serviços de saúde no exterior (e. g. Vitaliano & Toren (1994); Evans et al. (2000); OMS - Organização Mundial da Saúde (2000); Jacobs et al. (2006); Estache et al. (2007); Ogloblin (2011); Aremo & Olanubi (2016)); Berenguer et al. (2016). Entretanto, tal metodologia ainda tem uso restrito no setor saúde no Brasil. Em nosso país, a SFA já foi aplicada no setor de saúde em Silveira (2004), que avaliou uma amostra de 108 hospitais do Sistema Único de Saúde – SUS, no estado do Mato Grosso; por Souza & Rocha (2010), para avaliar a eficiência de hospitais em municípios do estado de São Paulo; por Marinho et alii (op. cit.), para estimar uma fronteira de custos em um painel de países entre os anos de 2004 e 2006; e por Nishijima & Biasoto Junior (2013), para obter fronteiras de produção em um painel de países, entre os anos de 1999 e 2006.

Os países analisados foram: Alemanha; Antígua e Barbuda; Argentina; Austrália; Áustria; Bahamas; Barbados; Bélgica; Belize; Bolívia; Brasil; Canadá; Chile; Colômbia; Costa Rica; Cuba; Dinamarca; El Salvador; Equador; Espanha; Estados Unidos; Finlândia; França; Granada; Grécia; Guatemala; Guiana; Haiti; Holanda; Honduras; Hungria; Irlanda; Islândia; Itália; Jamaica; Japão; Luxemburgo; México; Nicarágua; Noruega; Nova Zelândia; Panamá; Paraguai; Peru; Polônia; Portugal; Reino Unido; República Checa; República Democrática Popular da Coreia; República Dominicana; República Eslovaca; St. Kitts e Nevis; Saint Lucia; Suécia; Suíça; Suriname; Trinidad e Tobago; Turquia; Uruguai e Venezuela.

## 2 A seleção de variáveis e o modelo utilizado

Em virtude da disponibilidade de dados, o período estudado vai do ano de 2005 ao ano de 2010. As fontes de dados para a geração dos indicadores deste estudo foram o Banco Mundial (*World Bank. World Development Indicator (WDI) & Global Development Finance (GDF)*)<sup>2</sup>, o *National Geographic Society*<sup>3</sup> e o *United Nations Development Programme*<sup>4</sup>.

A lista de variáveis efetivamente utilizadas foram escolhidas de modo a compatibilizar o nosso trabalho com a literatura de caráter epidemiológico e de saúde pública (e. g. Dever (1998), OMS - Organização Mundial da Saúde (2000), Rouquayrol & Almeida Filho (2001)) e de economia da saúde (e. g. Barros (2005), Santerre & Neun (2000), Zweifel & Breyer (1997)). Inicialmente, as variáveis utilizadas foram: despesas com saúde – público e privado – per capita em US\$PPP (paridade de poder de compra em valores do ano de 2005); esperança de vida ao nascer do sexo feminino (em anos); esperança de vida ao nascer do sexo masculino (em anos); taxa de mortalidade infantil (por 1.000 nascidos vivos); tamanho da população; índice de sobrevivência infantil, área territorial (Km<sup>2</sup>); densidade demográfica (Habitantes/Km<sup>2</sup>); e o índice de desenvolvimento humano (IDH). Entretanto, tal quantidade de variáveis inviabilizaria o modelo, pela presença de forte correlação entre algumas delas. Após a aplicação de procedimentos estatísticos específicos nos modelos intermediários, que descreveremos a seguir, algumas dessas variáveis foram eliminadas e nem todas elas foram utilizadas no modelo final. Para selecionar as variáveis do modelo final entre as diversas variáveis candidatas, utilizamos o critério de informação de Akaike inclusivo – AIC. O AIC é uma estimativa do logaritmo da verossimilhança (medida estatística de ajuste dos modelos aos dados) negativa dos modelos, ponderada para o número de parâmetros estimados. Consequentemente, o modelo com menor valor de AIC é o mais apropriado, sendo que:

$$AIC = -2\log(L)/n + (2K/n)$$

onde:

$L$  = máxima verossimilhança;

$K$  = número de parâmetros do modelo;

$n$  = número de observações.

Quando o ajuste é bom o modelo explica boa parte da variação total e, consequentemente, o valor do coeficiente de determinação  $R^2$  é próximo da unidade. Para mais detalhes sobre o método AIC, ver Maddala (2001), especialmente o capítulo 12. Após a aplicação do AIC, escolhemos variáveis explicativas do modelo a Esperança de Vida ao Nascer para Mulheres; e o Índice de Sobrevivência Infantil.

A utilização de uma função do tipo *time-varying translog* (Schmidt 1988) foi considerada. Também consideramos, conforme aplicado em Nishijima e Biasoto Junior (*op. cit.*) uma forma funcional flexível de Fourier (para mais detalhes ver Berger & Mester (1997)). Ambos são modelos que demandam

<sup>2</sup>Fonte: <http://databank.worldbank.org/ddp/home.do>

<sup>3</sup>Fonte: <http://www3.nationalgeographic.com/places/countries/>

<sup>4</sup>Fonte: <http://hdrstats.undp.org/en/tables/>

grandes amostras. Idealmente, além dos dispêndios e dos produtos, deveríamos incluir os preços dos insumos no modelo. Entretanto, tais preços não estão disponíveis, pois preços consistentes são de difícil obtenção em uma amostra de diversos países, que utilizam vários insumos que não são comercializados em mercado. Um óbice adicional é que a quantidade de observações de que dispomos é pequena para tais especificações (332 observações). Também ocorreram os já citados problemas de correlação entre os *outputs*, e a elasticidade de substituição entre os *outputs* utilizados não era de interesse primordial. Então, após várias tentativas e problemas de convergência, adotamos a especificação parcimoniosa do tipo *time-invariant Cobb-Douglas*. Como é usual em modelos econométricos, para reduzir problemas de heteroscedasticidade, para permitir a leitura direta das elasticidades e para facilitar a convergência dos modelos, foram aplicados logaritmos naturais em todas as variáveis.

Para possibilitar o uso nos modelos de custos que utilizamos, modificamos as variáveis de resultados que os sistemas de saúde tentam reduzir, como Mortalidade Infantil e Anos de Vida Perdidos, conforme explicamos a seguir. No caso da variável Mortalidade Infantil foi calculada uma variável complementar ao indicador; o Índice de Sobrevivência Infantil, que os sistemas de saúde buscariam, *ceteris paribus*, aumentar. Mais especificamente, procurouse estimar, de um total de 1000 crianças nascidas, quantas conseguem sobreviver 12 meses após o nascimento. O cálculo, conforme Afonso & Aubyn (2005), foi feito da seguinte forma:

$$ISR = \frac{1000 - IMR}{IMR}$$

em que, IMR: Índice de Mortalidade Infantil (*Infant Mortality Rate*).

Conforme ressaltam Afonso e Miguel St. Aubyn, *op. cit.*, esse indicador aumenta com a melhoria das condições de saúde. Além disso, ele reflete uma razão entre a taxa de crianças que sobreviveram até um ano de idade e a taxa de crianças que morreram antes de completar essa idade<sup>5</sup>. A discussão detalhada da construção e das características de tais variáveis encontra-se em Marinho et al. (2012).

O modelo final utilizado foi um Cobb-Douglas com ineficiência não variável no tempo (*time-invariant Cobb-Douglas model*)<sup>6</sup>:

$$\ln(C_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(X_{1it}) + \beta_2 \ln(X_{2it}) + V_{it} + U_i$$

onde:

$U_i$  é uma perturbação não negativa, normal truncada, e iid.  $U_i \sim N + (\mu, \sigma_\mu^2)$ ;

$V_{it}$  é normal e iid.  $V_{it} \sim N(0, \sigma_v^2)$ ;

$C_{it}$  = logaritmo natural do gasto com saúde per capita (US\$ PPP);

<sup>5</sup>Seja a quantidade de sobreviventes a cada 1000 crianças nascidas vivas  $ISR^* = 1000 - IMR$ . O indicador  $ISR = \frac{1000 - IMR}{IMR} = \frac{ISR^*}{IMR}$ .

<sup>6</sup>A estimativa da matriz de variância-covariância é calculada utilizando o inverso da matriz Hessiana (matriz das segundas derivadas parciais). O software utilizado foi o STATAm 9.0, Statistics/Data Analysis da Stata Corp que maximiza a função de máxima verossimilhança logarítmica com o uso do método de Newton-Raphson.

$X_{1it}$  = logaritmo natural da Esperança de Vida ao nascer para mulheres;

$X_{2it}$  = logaritmo natural do Índice de Sobrevivência Infantil.

### 3 Apresentação e discussão dos resultados

Na Tabela 1, a seguir, vemos que o gasto per capita médio em saúde do Brasil no período (US\$PPP 811,000) está abaixo da média da amostra (US\$PPP 1.853,467). Na mesma Tabela 1, podemos observar que os nossos indicadores sanitários também são piores do que a média amostral. Por exemplo, a esperança de vida ao nascer no Brasil era de 68,714 anos, enquanto a média na amostra era de 75,791 anos. A taxa de mortalidade infantil no Brasil era de, aproximadamente, 21 por cada 1.000 nascidos vivos, e na amostra observamos, aproximadamente, 13 mortos por cada 1.000 nascidos vivos.

O Brasil é um país de grandes dimensões territoriais e populacionais, quando comparado com a média amostral. Entretanto, a discrepância entre o Brasil e a média amostral é muito maior no tamanho do território - de tamanho continental - do que na população. Como consequência, a densidade demográfica do Brasil (22,185 habitantes por km<sup>2</sup>) é bem menor do que a média da amostra (133,005 habitantes por km<sup>2</sup>). Uma baixa densidade demográfica poderia, em princípio, ajudar a conter a disseminação de doenças infectocontagiosas, o que poderia ajudar a eficiência do gasto em saúde. Entretanto, as dimensões territoriais continentais causam uma necessidade de dispersar os serviços por grandes extensões de território. Essa dispersão, eventualmente, anula potenciais economias de escala derivadas do grande tamanho populacional. E, por outro lado, a densidade demográfica, no Brasil, varia muito dentro do país. Há áreas densamente povoadas, principalmente no sudeste do país. Mas também existem áreas com escassa população habitando vastos territórios, o que ocorre principalmente na região norte do Brasil. Note-se que, na Tabela 1, o desvio-padrão da densidade demográfica do Brasil é calculado entre anos, e não entre estados ou regiões e, por isso, tem um valor pequeno na tabela. Complexidades envolvendo a área territorial, o tamanho da população e a densidade demográfica também podem ser observados em outros países. Então, a densidade demográfica é um fator cujo impacto sobre a eficiência pode ser considerável, mas com cujo sinal é difícil de prever e que, como veremos na Tabela 2, não será estatisticamente significativo em nosso modelo.

A seguir, na Tabela 2 e nas linhas subsequentes, apresentamos e discutimos os principais resultados que obtivemos.

No modelo econométrico de fronteira de custos, a variância  $\hat{\gamma}$  assume valor unitário (1,000), o que indica que os efeitos de ineficiência são fortemente significativos na análise dos custos em saúde. O teste de razão de verossimilhança generalizado mostra que a hipótese nula de que os efeitos de ineficiência da fronteira estão ausentes no modelo é fortemente rejeitada.

O Gasto com Saúde per capita está, conforme esperado, positivamente relacionado com a Esperança de Vida ao Nascer das Mulheres. Saúde é um bem normal, e viver mais custa mais caro. A elasticidade é alta. Para cada 1% de aumento na esperança de vida é estimado um aumento de 2,373% no gasto per capita. De modo complementar, o índice de sobrevivência infantil não é estatisticamente significativo, o que corrobora, em boa medida, os resultados encontrados na literatura, que indicam que o investimento em saúde infantil, em termos mais gerais, prescinde de um elevado gasto com saúde. Por

**Tabela 1:** Estatística descritiva de indicadores selecionados (América Latina, Caribe, OCDE com Brasil incluído; e Brasil)

Variáveis		Observações	Média	Desvio-Padrão	Min.	Max.	95% Interval. Conf.	
							Inf.	Sup.
Despesas com saúde per capita, PPP (constante Internacional 2005 \$)	overall	N=420	1.853,467	1.654,492	45,000	8.362,000	1.694,779	2.012,155
	between	n=60		1.642,040	60,143	7.246,000		
	within	T=7		282,239	518,467	2.969,467		
<i>(Brasil)</i>			<b>811,000</b>	<b>148,715</b>	<b>576,000</b>	<b>1.028,000</b>	<b>673,462</b>	<b>948,538</b>
Esperança de vida ao nascer do sexo feminino (anos)	overall	N=406	78,697	4,541	61,000	86,000	78,254	79,140
	between	n=58		4,545	61,857	85,857		
	within	T=7		0,524	77,126	80,126		
<i>(Brasil)</i>			<b>75,857</b>	<b>0,690</b>	<b>75,000</b>	<b>77,000</b>	<b>75,219</b>	<b>76,495</b>
Esperança de vida ao nascer do sexo masculino (anos)	overall	N=406	73,101	4,753	58,000	80,000	72,637	73,565
	between	n=58		4,752	59,571	79,429		
	within	T=7		0,584	71,530	74,530		
<i>(Brasil)</i>			<b>68,714</b>	<b>0,756</b>	<b>68,000</b>	<b>70,000</b>	<b>68,015</b>	<b>69,413</b>
Esperança de vida ao nascer (anos)	overall	N=406	75,791	4,581	59,000	83,000	75,344	76,238
	between	n=58		4,581	60,571	82,571		
	within	T=7		0,560	74,219	77,505		
<i>(Brasil)</i>			<b>72,143</b>	<b>0,690</b>	<b>71,000</b>	<b>73,000</b>	<b>71,505</b>	<b>72,781</b>

**Tabela 1:** Estatística descritiva de indicadores selecionados (América Latina, Caribe, OCDE com Brasil incluído; e Brasil) (continuação)

Variáveis		Observações	Média	Desvio-Padrão	Min.	Max.	95% Interval. Conf.	
							Inf.	Sup.
Taxa de mortalidade infantil (por 1.000 nascidos vivos)	overall	N=427	13,012	11,618	2,000	70,000	11,907	14,117
	between	n=61		11,619	2,000	64,857		
	within	T=7		1,378	7,155	18,583		
<i>(Brasil)</i>			<b>20,857</b>	<b>2,795</b>	<b>17,000</b>	<b>25,000</b>	<b>18,273</b>	<b>23,442</b>
Total da população	overall	N=427	26.500.000	49.400.000	48.543	309.000.000	21.800.000	31.200.000
	between	n=61		49.700.000	50.405	301.000.000		
	within	T=7		1.030.208	18.100.000	34.700.000		
<i>(Brasil)</i>			<b>190.000.000</b>	<b>3.963.022</b>	<b>184.000.000</b>	<b>195.000.000</b>	<b>186.000.000</b>	<b>193.000.000</b>
PIB per capita PPP (constante Internacional 2005 \$)	overall	N=410	20.038,480	14.022,860	996,000	74.114,000	18.677,100	21.399,860
	between	n=59		14.059,750	1.033,286	69.870,860		
	within	T=7		968,250	15.967,620	24.281,620		
<i>(Brasil)</i>			<b>9.125,571</b>	<b>620,126</b>	<b>8.344,000</b>	<b>10.056,000</b>	<b>8552,051</b>	<b>9699,092</b>

**Tabela 1:** Estatística descritiva de indicadores selecionados (América Latina, Caribe, OCDE com Brasil incluído; e Brasil) (continuação)

Variáveis		Observações	Média	Desvio-Padrão	Min.	Max.	95% Interval. Conf.	
							Inf.	Sup.
Índice de Sobrevivência Infantil	overall	N=427	152,977	119,584	13,286	499,000	141,602	164,351
	between	n=61		117,844	14,472	499,000		
	within	T=7		24,668	81,548	295,834		
(Brasil)			<b>47,705</b>	<b>6,656</b>	<b>39,000</b>	<b>57,824</b>	<b>41,548</b>	<b>53,861</b>
Área Territorial (Km <sup>2</sup> )	overall	N=427	835.786,800	2.212.716,000	269,000	9.984.670,000	625.314,300	1.046.259,000
	between	n=61		2.228.465,000	269,000	9.984.670,000		
	within	T=7		0,000	835.786,800	835.786,800		
(Brasil)			<b>8.547.403,000</b>	<b>0,000</b>	<b>8.547.403,000</b>	<b>8.547.403,000</b>	<b>8547403,000</b>	<b>8547403,000</b>
Densidade Demográfica (Habitantes/Km <sup>2</sup> )	overall	N=427	133,004	131,631	2,617	637,209	120,483	145,525
	between	n=61		132,528	2,750	631,914		
	within	T=7		3,247	110,606	154,904		
(Brasil)			<b>22,185</b>	<b>0,464</b>	<b>21,512</b>	<b>22,808</b>	<b>21,756</b>	<b>22,614</b>

**Tabela 2:** Fronteira Estocástica: resultados econométricos

Número de observações cross-sections = 57.

Número de períodos do tempo = 6.

Total de observações = 332.

<b>Gasto com saúde per capita</b>				
	Estimativa	Erro-Padrão	Z	P-valor
Intercepto	-172,580	41,310	-4,178	0,000
log(Esperança de vida ao nascer para mulheres)	2,373	0,890	2,665	0,008
log(Índice de sobrevivência Infantil)	-0,031	0,059	-0,531	0,595
Ano	0,083	0,021	4,026	0,000
<b>Modelo de Ineficiência</b>				
Intercepto	65,692	18,596	3,533	0,000
Ano	-0,035	0,009	-3,803	0,000
Densidade Demográfica (habitantes/Km <sup>2</sup> )	0,000	0,000	0,752	0,452
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	8,818	0,430	20,492	0,000
$\hat{\sigma}_\xi^2$	0,117	0,009	13,500	0,000
$\hat{\gamma}$	1,000	0,000	83.076,328	0,000
AIC	230,491			
log (likelihood): -105,245				
Teste de hipótese dos parâmetros do modelo de ineficiência				
Hipótese nula	log (Likelihood)	Estatística de teste	P-valor	
H <sub>0</sub> : Os efeitos de ineficiência da fronteira estão ausentes no modelo (modelo OLS)	-246,32	282,15	0,000	

exemplo, se para a idade adulta e o sucessivo envelhecimento há demandas por investimentos monetários cada vez mais elevados para a manutenção do estado de saúde, para os cuidados com a primeira infância, período ao qual o indicador está referenciado, os custos monetários são significativamente mais baixos, cabendo à alimentação, vacinação e cuidados básicos grande parte dos fatores de sobrevivência infantil (Almeida 2011).

Por outro lado, a ineficiência dos países aumenta à medida que o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH aumenta. Resultado similar, comum na literatura, também foi obtido e comentado em Marinho et al. (2012) e em Nishijima & Biasoto Junior (2013), e deve-se aos retornos positivos, mas decrescentes, dos gastos em saúde. Ver, para uma discussão conceitual a esse respeito, Barros (2005), particularmente o Capítulo 4; Santerre & Neun (2000), notadamente o Capítulo 4; e Zweifel & Breyer (1997), especialmente o Capítulo 1. Quanto mais desenvolvido um país, menor será o efeito que uma unidade adicional de gasto per capita produz na saúde da população, que já desfruta de elevado padrão sanitário, com esperança de vida ao nascer muito alta, em relação aos países menos desenvolvidos da amostra. Se o objetivo é aumentar bem-estar social e promover o desenvolvimento humano, investir em saúde é uma excelente oportunidade para os países ainda em processo de desenvolvimento, como o Brasil.

Como já comentamos, a densidade demográfica é um fator de influência complexa sobre a eficiência. Na Tabela 2, vimos que essa variável não é estatisticamente significativa no modelo.

Na Tabela 3 abaixo, vemos que o desempenho do Brasil, em termos ranking de eficiência média no período estudado, não é muito ruim, ocupando a 23ª posição no ranking geral, com eficiência média igual a 0,106. Ou seja, em termos relativos, o nosso país não está muito mal na amostra e o desempenho é crescente ao longo do período estudado (ver Gráfico 1). Entretanto, o valor do escore médio do Brasil é muito baixo, se considerarmos o valor teórico máximo, que é igual à unidade (1,000) e se observarmos o valor máximo na amostra, que é igual a 0,932, obtido pelo Haiti. Os indicadores gerais de saúde no Brasil não são muito bons, e há muito para ser feito, de modo que a situação do nosso país não é confortável. Esses resultados preocupantes estão de acordo com os obtidos em Nishijima & Biasoto Junior (2013), em seus modelos de fronteiras de produção em saúde.

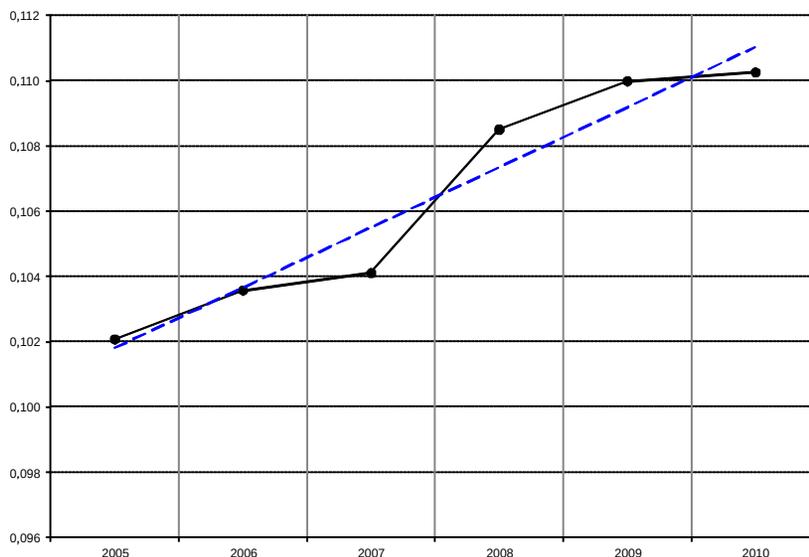
O Haiti, que é um país muito pobre e com graves problemas sociais e sanitários, tem um bom escore de eficiência relativa na amostra o que, de modo algum, deve ser interpretado como um atestado de bom funcionamento do seu combatido sistema de saúde. Eficiência não significa efetividade, pois este último conceito está relacionado com a consecução de metas desejadas, ou idealmente, de maximização de alguma função utilidade ou de bem-estar. Eficiência, em um contexto de restrições de recursos, seria uma condição necessária, mas não suficiente, para a maximização do bem-estar social. Pelo contrário, devemos apenas inferir que o retorno de investimentos em saúde, *caso sejam feitos de modo eficiente* no Haiti (e em alguns outros países da amostra) seria elevado, dada a precária situação de saúde de sua população. Ou seja, os resultados não indicam uma transformação eficiente dos recursos monetários em padrão de saúde da população. Indicam, como já reforçado, a característica desse tipo de investimento – retornos decrescentes de escala – e a posição relativa do Haiti na fronteira aqui construída.

Vemos, na Tabela 4, que os percentis mais altos de eficiência são ocupados

por países da América Latina e Caribe. Já o percentil mais baixo contém apenas países desenvolvidos. Os Estados Unidos são o país com a pior posição na amostra dos 57 países. Esse mau desempenho dos Estados Unidos é recorrente na literatura, conforme relatado em Marinho et al. (2012), Ogloblin (2011) e em Garber & Skinner (2008). Trata-se de um país com elevado nível de gastos per capita em saúde, e com resultados duvidosos, em um modelo sanitário mercantilizado, que exclui grande parte de sua população.

Resta dizer que o nível de eficiência do Brasil aumentou discretamente ao longo do período, passando de um valor igual a 0,102 no ano de 2005 para 0,110 no ano de 2010, conforme pode ser visto no Gráfico 1, a seguir.

**Figura 1:** Trajetória da eficiência do Brasil entre os anos de 2005-2010



#### 4 Comentários finais

Os resultados que obtivemos, em linhas gerais, apontam para boas possibilidades de melhoria de utilização dos recursos escassos que são alocados em saúde no nosso país. Apesar de alegadas necessidades de elevação dos níveis dos dispêndios, não podemos rejeitar a hipótese de que é possível obter melhores resultados em saúde no Brasil, e em muitos outros países da amostra estudada, com os recursos que já se encontram disponíveis.

Alguns estudos classificam o Brasil em rankings de sistemas de saúde, utilizando modelos de fronteiras estocásticas de eficiência, e os resultados são os mais variados. Evans et al. (2000) utilizaram um modelo econométrico flexível (*translog*), aplicado em gastos com saúde, perfil educacional e utilizaram, como resultado (*output*), um indicador sintético de condições de saúde (o *Disability Adjusted Life Expectancies – DALE*). O Brasil ficou em 78º lugar entre 191 países avaliados. Nesse estudo, Oman aparece em 1º lugar; Malta em 2º; Itália em 3º; México, 63º; Argentina, 71º; Estados Unidos em 72º. Em OMS - Organização Mundial da Saúde (2000), em uma amostra de 191 países, em um arcabouço de fronteiras estocásticas, o produto do sistema de saúde inclui,

**Tabela 3:** Eficiência e ranking dos países

PAÍSES	Eficiências							Ranking Médio
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Média	Posição
Haiti	1,000	0,801	0,889	0,981	0,950	0,970	0,932	1
Guiana	0,366	0,416	0,531	0,489	0,495	0,535	0,472	2
Nicarágua	0,388	0,392	0,365	0,374	0,415	0,452	0,398	3
Honduras	0,343	0,370	0,362	0,380	0,368	0,407	0,372	4
Bolívia	0,268	0,315	0,341	0,331	0,338	0,386	0,330	5
Paraguai	0,251	0,276	0,299	0,311	0,324	0,344	0,301	6
Belize	0,317	0,261	0,262	0,273	0,264	0,298	0,279	7
Guatemala	0,268	0,229	0,246	0,271	0,299	0,321	0,272	8
Cuba	0,273	0,309	0,233	0,242	0,237	0,285	0,263	9
Jamaica	0,240	0,250	0,227	0,219	0,260	0,297	0,249	10
Peru	0,251	0,250	0,217	0,187	0,217	0,228	0,225	11
El Salvador	0,179	0,196	0,211	0,228	0,229	0,250	0,216	12
República Dominicana	0,210	0,193	0,198	0,196	0,201	0,192	0,198	13
Granada						0,187	0,187	14
Equador	0,223	0,178	0,181	0,180	0,156	0,179	0,183	15
Suriname	0,156	0,147	0,156	0,172	0,165	0,200	0,166	16
Colômbia	0,161	0,136	0,143	0,155	0,152	0,159	0,151	17
Venezuela	0,136	0,125	0,126	0,140	0,142	0,192	0,143	18
St. Lucia						0,140	0,140	19
México	0,107	0,108	0,111	0,114	0,120	0,125	0,114	20
Panamá	0,113	0,119	0,118	0,107	0,102	0,107	0,111	21

**Tabela 3:** Eficiência e ranking dos países (continuação)

<i>PAÍSES</i>	<i>Eficiências</i>							<i>Ranking Médio</i>
	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>Média</i>	<i>Posição</i>
Costa Rica	0,123	0,113	0,101	0,100	0,103	0,104	0,107	22
<b>Brasil</b>	<b>0,102</b>	<b>0,104</b>	<b>0,104</b>	<b>0,109</b>	<b>0,110</b>	<b>0,110</b>	<b>0,106</b>	<b>23</b>
Turquia	0,111	0,102	0,099	0,099	0,105	0,106	0,104	24
Uruguai	0,099	0,102	0,106	0,106	0,102	0,102	0,103	25
Chile	0,098	0,107	0,104	0,099	0,098	0,107	0,102	26
Argentina	0,099	0,084	0,083	0,083	0,079	0,093	0,087	27
Polônia	0,090	0,092	0,087	0,080	0,079	0,083	0,085	28
Barbados	0,070	0,063	0,065	0,071	0,097	0,081	0,075	29
Trinidad e Tobago	0,057	0,061	0,065	0,074	0,063	0,070	0,065	30
Hungria	0,051	0,053	0,060	0,064	0,069	0,077	0,062	31
República Eslovaca	0,066	0,061	0,055	0,053	0,052	0,057	0,057	32
República Checa	0,052	0,055	0,056	0,055	0,051	0,059	0,054	33
Bahamas	0,058	0,039	0,040	0,044	0,051	0,058	0,048	34
Portugal	0,038	0,039	0,040	0,042	0,043	0,044	0,041	35
Nova Zelândia	0,038	0,038	0,040	0,040	0,041	0,043	0,040	36
Japão	0,036	0,038	0,040	0,041	0,042	0,043	0,040	37
Espanha	0,039	0,038	0,038	0,038	0,041	0,045	0,040	38
Itália	0,036	0,035	0,037	0,037	0,040	0,044	0,038	39
Grécia	0,036	0,035	0,036	0,037	0,039	0,045	0,038	40
Finlândia	0,032	0,033	0,034	0,034	0,037	0,039	0,035	41

**Tabela 3:** Eficiência e ranking dos países (continuação)

<i>PAÍSES</i>	<i>Eficiências</i>							<i>Ranking Médio</i>
	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>Média</i>	<i>Posição</i>
Austrália	0,029	0,031	0,031	0,033	0,035	0,039	0,033	42
Reino Unido	0,030	0,030	0,033	0,033	0,034	0,036	0,033	43
Suécia	0,029	0,029	0,029	0,030	0,031	0,035	0,030	44
Islândia	0,025	0,027	0,028	0,029	0,033	0,040	0,030	45
França	0,027	0,027	0,028	0,030	0,032	0,034	0,030	46
Irlanda	0,028	0,028	0,028	0,028	0,031	0,035	0,030	47
Bélgica	0,025	0,028	0,028	0,029	0,029	0,032	0,029	48
Canadá	0,026	0,025	0,026	0,028	0,028	0,030	0,027	49
Alemanha	0,025	0,025	0,026	0,027	0,028	0,030	0,027	50
Áustria	0,024	0,025	0,026	0,027	0,028	0,029	0,026	51
Dinamarca	0,025	0,024	0,025	0,026	0,026	0,027	0,025	52
Holanda	0,024	0,024	0,025	0,025	0,024	0,026	0,025	53
Suíça	0,022	0,023	0,023	0,023	0,024	0,025	0,023	54
Noruega	0,020	0,020	0,020	0,021	0,022	0,024	0,021	55
Luxemburgo	0,015	0,015	0,017	0,018	0,018	0,019	0,017	56
Estados Unidos	0,013	0,012	0,013	0,014	0,014	0,015	0,013	57

**Tabela 4:** Classificação das eficiências dos países segundo os percentis de eficiência

25 Percentil	50 Percentil	75 Percentil	99 Percentil
Estados Unidos	Barbados	Equador	Haiti
Luxemburgo	Trinidad e Tobago	Suriname	Guiana
Noruega	Hungria	Colômbia	Nicarágua
Suíça	República Eslovaca	Venezuela	Honduras
Dinamarca	República Checa	Saint Lucia	Bolívia
Holanda	Bahamas	México	Paraguai
Áustria	Portugal	Panamá	Belize
Canadá	Nova Zelândia	Costa Rica	Guatemala
Alemanha	Japão	Brasil	Cuba
Bélgica	Espanha	Turquia	Jamaica
Suécia	Itália	Uruguai	Peru
Islândia	Grécia	Chile	El Salvador
França	Finlândia	Argentina	República Dominicana
Irlanda		Polônia	Granada
Austrália			
Reino Unido			

além da medida de saúde (o *DALE*), com peso de 50%, um conjunto de variáveis relacionadas com as expectativas dos cidadãos. Nesse estudo, observamos o Brasil em 125º lugar entre 191 países avaliados, com França em 1º lugar; Itália em 2º; Estados Unidos em 37º; México, 61º. Estache et al. (2007), em um modelo econométrico de medida de eficiência, obtiveram resultados melhores para a eficiência de gastos governamentais, incluindo saúde, em países de alta renda, quando comparados com países de renda média e baixa. Mas não foi possível discriminar, com precisão, a posição isolada do sistema de saúde brasileiro no referido trabalho. Em Marinho et al. (2012), o Brasil, embora tenha indicadores sanitários muito ruins, é o 1º colocado em um ranking de eficiência de custos. Nesse estudo, a esperança de vida ao nascer e índice de sobrevivência infantil servem de representação para um serviço de saúde eficiente, dado o gasto per capita com saúde em um painel de trinta e três países, que inclui o Brasil e trinta países da OCDE. A 2º colocada é a Hungria e a 3ª posição é ocupada pela Turquia. A última colocação é ocupada pela Islândia, e a penúltima pelo Japão. Os Estados Unidos ocupam a 9ª posição no ranking gerado. Ogloblin (2011) utiliza uma fronteira estocástica de produção de Esperança de Anos de Vida Ajustados por Saúde (*Health Adjusted Life Years-HALE*) utilizando o gasto per capita em saúde e outros insumos com inputs. Nesse trabalho, o Brasil ocupa a 69ª posição, os Estados Unidos a 67ª posição, o México está na 33ª colocação e o Japão é o primeiro colocado, secundado pela China. O trabalho de Nishijima & Biasoto Junior (2013) não apresenta um ranking dos 185 países avaliados em um modelo de fronteira de produção estocástica, com indicadores de saúde como produtos, e gastos públicos com saúde e educação como insumos, entre outros. Mas, de acordo com o referido texto, os resultados do Brasil não seriam bons, pois os autores enfatizam que: “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”.

Em resumo, não parece existir consenso sobre a posição relativa de serviços de saúde dos países em geral, e do Brasil, em particular, nos trabalhos que utilizam metodologias de fronteiras estocásticas. O que nos parece razoavelmente consensual é que gasto per capita em saúde elevado e alto nível de desenvolvimento não garantem eficiência. Também é recorrente a conclusão de que o país mais rico do planeta, os Estados Unidos da América do Norte, não disporia de um sistema de saúde eficiente. O Brasil, por sua vez, recebe avaliações de eficiência que variam muito entre os estudos. Entretanto, indiscutivelmente, os ganhos possíveis de eficiência são significativos, e nosso país exhibe indicadores sanitários ainda muito insatisfatórios.

## Referências Bibliográficas

- Afonso, A. S. & Aubyn, M. (2005). Non-parametric approaches to education and health expenditure efficiency in OECD countries. *Journal of Applied Economics*, v. VIII, p. 227–246.
- Aigner, D., Lovell, C. A. K. & Schmidt, P. S. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier models. *Journal of Econometrics*, Local, v. 6, p. 21–37.
- Almeida, V. V. (2011), PhD thesis. *Desenvolvimento Infantil: uma Análise de Eficiência*. Ano de depósito. 155 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Economia. Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- Arema, A. G. & Olanubi, S. O. (2016). Public health expenditure and infant survival rates in three selected sub-Saharan African countries: a stochastic frontier analysis for the period 1998-2012. *International Journal of Economics, Commerce and Management*, v. IV, Issue 3, p. 140–162, Mar.
- Barros, P. P. (2005). *Economia da Saúde. Conceitos e Comportamento*. Portugal: Edições Almedina S.A.
- Battese, G. E. & Coelli, T. J. (1995). A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data. *Empirical Economics*, Department of Econometrics, The University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia, n. 20, p. 325–332.
- Battese, G. E. & Corra, G. S. (1977). Estimation of a production frontier model: With application to the Pastoral Zone of Eastern Australia. *Disentangling the efficiency drivers in country-level global health programs: An empirical study*, v. 21, p. 169–179.
- Berenguer, G., Iyer, A. V. & Yadava, P. (2016). Disentangling the efficiency drivers in country-level global health programs: An empirical study. *Journal of Operations Management*, v. 45, p. 30–43.
- Berger, A. & Mester, L. (1997). Inside the black box: What explains differences in the efficiencies of financial institutions. *Journal of Banking & Finance*, v. 21, n. 15, p. 895–947.
- Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil (2006). Texto Consolidado até a Emenda Constitucional no. 52 de 08 de março de 2006. *Senado Federal*, Brasília: Secretaria Especial de Editoração e Publicações.

Dever, G. E. A. (1998). *A Epidemiologia na Administração dos Serviços de Saúde*. São Paulo: Pioneira.

Estache, A., Gonzalez, M. & Trujillo, L. (2007). Government expenditures on education, health and infrastructure: A Naïve look at levels, outcomes and efficiency. *Policy Research Working Paper 4219*, Local, World Bank.

Evans, D. B., Tandon, A., Murray, C. J. L. & Lauer, J. A. (2000). The comparative efficiency of national health systems in producing health: An analysis of 191 countries. *GPE Discussion Paper Series 29*, World Health Organization.

Garber, A. M. & Skinner, J. (2008). Is American health care uniquely inefficient?. *NBER Working Paper Series*, NBER Working Paper Series, Aug. 2008.

Jacobs, R., Smith, P. C. & Street, A. (2006). *Measuring Efficiency In Health Care. Analytic Techniques and Health Policy*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Maddala, K. (2001). *Introduction to Econometrics*. 3. ed. England: John Wiley & Sons Ltd.

Marinho, A., Cardoso, S. S. & Almeida, V. V. (2012). Avaliação comparativa de sistemas de saúde com a utilização de fronteiras estocásticas: Brasil e OCDE. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p. 3–19, jan.-mar.

Meeusen, W. & Van Den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International Economic Review*, v. 18, p. 435–444.

Nishijima, M. & Biasoto Junior, G. (2013). Análise de eficiência técnica em saúde entre 1999 e 2006. *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 40, p. 45–65, jan.-jun.

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2010). *Health care systems: Getting more value for money*. National Geographic Society: OECD Economics Department Policy Notes, n. 2.

Ogloblin, C. (2011). Health care efficiency across countries: a stochastic frontier analysis. *Applied Econometrics and International Development*, v. 11, n. 1, p. 5–14.

OMS - Organização Mundial da Saúde (2000). *The World Health Report, 2000. Health Systems: Improving Performance*. Geneve, Switzerland: World Health Organization (WHO).

Rouquayrol, M. Z. & Almeida Filho, N. (2001). *Epidemiologia e Saúde*. 5. ed. 1ª reimpressão. Rio de Janeiro: MEDSI Editora Médica e Científica Ltda.

Santerre, R. E. & Neun, S. P. (2000). *Health Economics. Theories, Insights and Industry Studies*. South-Western, Ohio, USA: Revised edition.

Schmidt, P. (1988). Estimation of a fixed-effect Cobb-Douglas system using panel data. *Journal of Econometrics*, v. 37, p. 361–380.

Silveira, J. S. T. (2004). Por que usar a econometria de fronteira estocástica para medir a eficiência dos serviços de saúde e para que servem os índices?. In: Piola, S. F.; Jorge, E. L. (orgs.). *Economia da Saúde: 1º Prêmio Nacional – 2004: coletânea premiada*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasil, e Department for International Development, UK.

Souza, I V Nishijima, M. & Rocha, F. (2010). Eficiência do setor hospitalar nos municípios paulistas. *Economia Aplicada*, n. 14, p. 51–66.

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

Zweifel, P. & Breyer, F. (1997). *Health Economics*. New York, USA: Oxford University Press Inc.

