



ISSN 2175-6295 Rio de Janeiro- Brasil, 12 e 13 de agosto de 2010

UMA AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA NA APLICAÇÃO DOS RECURSOS PÚBLICOS FEDERAIS EM SAÚDE COM USO DA METODOLOGIA DEA

Lidia Angulo Meza

Dep. de Engenharia de Produção – Universidade Federal Fluminense
Av. dos Trabalhadores 420, 27255-125, Volta Redonda, RJ
lidia_a_meza@yahoo.com

Talita Pereira dos Santos

Curso de Engenharia de Produção – Universidade Federal Fluminense
Av. dos Trabalhadores 420, 27255-125, Volta Redonda, RJ
talitaestrela1@yahoo.com.br

RESUMO

A saúde é um direito fundamental do ser humano, cabendo ao governo garantir o acesso da população aos serviços básicos que cumprem com a manutenção das condições necessárias para uma vida digna. Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência com que os recursos destinados pelo Governo Federal para o setor de saúde foram aplicados pelos estados brasileiros e Distrito Federal na promoção de recursos humanos, infra-estrutura e qualidade de vida adequados para a população, nos anos de 2006 e 2007, e verificar a evolução no desempenho das unidades federativas entre os dois anos considerados no estudo. São utilizados como *proxies* para analisar os recursos físicos disponíveis, os recursos humanos atuantes na área de saúde e a qualidade de vida de cada unidade da Federação, respectivamente, número de leitos, números de médicos e enfermeiros, e a taxa de mortalidade infantil apresentados por cada estado. Faz-se uso da Análise Envoltória de Dados (DEA) para realizar a avaliação da eficiência com base nos aspectos citados, empregando-se um modelo clássico, com posterior utilização de enfoques adicionais, os quais permitiram refinar o modelo e incluir neste conhecimentos a priori sobre as variáveis presentes no estudo, sendo analisados e comparados os três modelos formulados e discutidos os seus resultados. DEA mostra-se uma importante metodologia para monitorar políticas públicas, permitindo avaliar os resultados advindos destas e detectar ineficiências no emprego do dinheiro repassado pelo governo para as diversas áreas sociais.

Palavras-chave: Análise Envoltória de Dados; Restrições aos Pesos; Saúde; Região de Segurança; Restrições aos Inputs/ Outputs Virtuais.

ABSTRACT

Health is a fundamental human right, the government has to ensure people's access to basic services with the maintenance of the necessary conditions for a dignified life. This study

aims to evaluate the efficiency of the resources allocated by the Federal Government for the health sector were implemented by the Brazilian states and Federal District in the promotion of human resources, infrastructure and quality of life appropriate to the population in the years 2006 and 2007, and to verify the performance of federal units between the two years considered in the study. As proxies to evaluate the available physical resources, human resources working in the area of health and quality of life of each unit of the Federation, respectively, number of beds, numbers of doctors and nurses, and infant mortality rate submitted by each state. We use Data Envelopment Analysis (DEA) to evaluate the efficiency based on the mentioned aspects, using a classical model, with subsequent use of additional approaches, which led to refine the model and include a priori judgements on the variables in the study, we analyze and compare the three models formulated and discuss their results. DEA arise as an important method to monitor public policies, allowing to evaluate the results arising from these and identify inefficiencies in the use of money transferred by the government for the various social areas.

Key-words: Data Envelopment Analysis; weight restrictions; Health Sector, Assurance Region, Restrictions to the Virtual input/output.

1. Introdução

São considerados serviços essenciais aqueles imprescindíveis à manutenção da vida, e que, portanto, não podem ter o seu provimento interrompido. Abastecimento de água e esgoto, fornecimento de energia elétrica, coleta de lixo, saúde, educação, segurança: todo serviço público é essencial.

No Brasil, o sistema de saúde é misto, uma vez que o atendimento ambulatorial e hospitalar é prestado não apenas pelo governo, mas também pela iniciativa privada.

O SUS é financiado por recursos das três esferas públicas (federal, estadual e municipal), provenientes de impostos e contribuições sociais pagos pela população, a qual constantemente expressa seu descontentamento em relação aos serviços fornecidos pelo governo. Fica evidente a falta de investimento adequado, que gera imensas filas nos hospitais, bem como a incapacidade de atender a todos que recorrem ao SUS e realizar exames e cirurgias sem que haja um longo tempo de espera.

Entretanto, um grave problema encontra-se na ineficiência com que o dinheiro do governo é aplicado para gerar os recursos físicos e humanos necessários para atender adequadamente à população. A começar pela distribuição desigual de recursos financeiros entre os estados, nos quais se observam diferenças acentuadas quanto à infra-estrutura em saúde, como número de equipamentos médicos, e serviços que são prestados apenas em algumas áreas, obrigando a população a se deslocar para outros estados quando deles necessita. Também são constantes os atrasos no repasse dos pagamentos do Ministério da Saúde e são baixos os valores pagos pelo SUS aos procedimentos médico-hospitalares. Mesmo em estados em que os investimentos públicos são elevados, verifica-se a ausência de recursos materiais e humanos que garantam o atendimento de toda a população que necessita fazer uso do serviço público.

Devido ao que foi exposto e sendo a saúde um fator primordial para o desenvolvimento de uma nação, torna-se relevante avaliar o quanto um país investe adequadamente os recursos de que dispõe para essa área. Os modelos DEA propostos nesse trabalho visam justamente analisar como estão sendo gastos os recursos transferidos pelo governo a cada estado brasileiro, e comparar o desempenho destes entre os anos de 2006 e 2007.

A seguir, faz-se uma apresentação da metodologia DEA, com posterior identificação das DMUs analisadas, descrição dos modelos e das variáveis tomadas como recursos e

produtos. Seguem os resultados, obtidos com a utilização do software SIAD (Angulo-Meza et al., 2005) e a análise destes, sendo ao fim apresentadas as conclusões obtidas com o estudo.

2. Análise Envoltória de Dados

A Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA) corresponde a uma técnica para avaliar a eficiência na transformação de recursos (*inputs*) em produtos (*outputs*) por unidades produtivas denominadas Unidades Tomadoras de Decisão (*Decision Making Units* - DMUs).

Trata-se de um conceito de eficiência relativa, em que cada DMU é classificada como eficiente ou ineficiente por comparação com as demais. A eficiência de cada unidade é obtida através da razão entre as somas ponderadas de *outputs* e *inputs*, respectivamente denominadas *output* e *input* virtuais. Pesos, calculados via programação linear, realizam a ponderação.

DMUs eficientes são tomadas como *benchmark* (referência no que diz respeito a práticas gerenciais e operacionais) para as ineficientes, e os modelos fornecem alvos: metas a serem atingidas pelas DMUs ineficientes, para que estas possam alcançar a fronteira de eficiência.

A Análise Envoltória de Dados é tida como uma técnica benevolente, pois seus modelos buscam definir pesos que permitam obter a melhor eficiência possível para os níveis de recurso e produto que cada DMU apresenta, zerando pesos para variáveis em que estas são notadamente ineficientes e elevando os pesos associados aos seus melhores desempenhos.

Os modelos clássicos permitem adotar duas orientações para medir eficiência: a orientação *input* visa reduzir o consumo de recursos, mantendo os produtos constantes, e a orientação *output* busca um aumento nos produtos sem alteração dos recursos.

Quanto à proporcionalidade, o modelo DEA CCR (Charnes et al., 1978) considera que todas as unidades em avaliação trabalham em uma escala ótima. Já o modelo DEA BCC (Banker et al., 1984) considera diferenças de escala entre as DMUs, dando origem a uma fronteira de eficiência que envolve melhor os dados, sendo um modelo mais benevolente que o anterior. No presente trabalho, uma vez que as DMUs possuem tamanhos diferentes, é utilizado o modelo BCC, e a orientação *output*, já que o intuito é verificar como os recursos destinados à saúde de cada estado se convertem em recursos físicos e humanos, e o reflexo gerado em suas taxas de mortalidade infantil. A formulação matemática para o modelo DEA BCC orientação *output*, já linearizado, é apresentada em (1).

$$\begin{aligned}
 \text{Min } h_0 &= \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} + v_* \\
 \text{Sujeito a} \\
 \sum_{j=1}^s u_j y_{j0} &= 1 \\
 \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} - v_* &\leq 0, \forall k \\
 u_j \geq 0, v_i \geq 0, \forall j, i \\
 v_* &\in \Re
 \end{aligned} \tag{1}$$

No modelo (1), feito para cada DMU, o índice 0 representa a DMU em análise, enquanto cada x_{ik} e y_{jk} são, respectivamente, os *inputs* e os *outputs* da DMU k , sendo u_j o peso do *output* j , e v_i o peso do *input* i . O inverso da eficiência é dado por h_0 e v_* é uma variável irrestrita do modelo BCC, a qual permite analisar os retornos de escala das DMU.

Também foram desenvolvidos modelos avançados, como os que realizam restrições aos pesos (Restrições Diretas aos Pesos, Regiões de Segurança e Restrições aos *Inputs/Outputs* Virtuais). Estes auxiliam na redução do número de pesos nulos, fazendo com que todas as variáveis escolhidas para integrar o modelo possam ser consideradas no cálculo das eficiências, aumentando a discriminação entre as DMUs.

Restrição direta aos pesos, proposta originalmente por Dyson e Thanassoulis (1988), e generalizada por Roll, Cook e Golany (1991), consiste em colocar limites inferiores e/ou superiores aos pesos (não necessariamente todos), não havendo um julgamento de valor. Esse modelo avançado não foi utilizado no presente estudo.

Modelos contendo região de segurança (*Assurance Region*), propostos por Charnes *et al.* (1989), Kornbluth (1991), e categorizados como Região de Segurança Tipo I por Thompson *et al.* (1990), permitem uma fácil comparação entre as variáveis utilizadas no modelo. Impõem limites a uma razão de pesos de duas variáveis, e desde que os dados estejam normalizados, os valores empregados são interpretados como a importância das variáveis cuja razão de pesos foi limitada. A restrição acrescentada ao modelo é apresentada em (2), na qual os limites inferiores (I_i e O_i) e superiores (I_s e O_s) são impostos às razões de *inputs* (v_i / v_j) e de *outputs* (u_i / u_j). No estudo, foi empregada região de segurança relacionando dois *outputs* do modelo.

$$\begin{aligned} I_i &\leq \frac{v_i}{v_j} \leq I_s \\ O_i &\leq \frac{u_i}{u_j} \leq O_s \end{aligned} \quad (2)$$

As restrições aos *outputs/inputs* virtuais (Wong e Beasley, 1990) limita a contribuição das variáveis para a formação dos *outputs* ou *inputs* virtuais, conforme pode ser visto em (3). Para cada DMU, a contribuição de cada *output* j encontra-se limitada por φ_j e ρ_j e de cada *input* i por α_i e β_i . No trabalho, foram usadas restrições aos *outputs* virtuais.

$$\begin{aligned} \varphi_j &\leq \frac{u_j y_{j0}}{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0}} \leq \rho_j \\ \alpha_i &\leq \frac{v_i x_{i0}}{\sum_{j=1}^m v_i x_{i0}} \leq \beta_i \end{aligned} \quad (3)$$

3. Análise da eficiência no uso dos recursos públicos federais em saúde

O estudo a seguir visa avaliar a eficiência com que cada unidade da Federação emprega os recursos recebidos do Governo Federal para o setor de saúde, e a evolução do desempenho dos estados entre os anos de 2006 e 2007.

Vários trabalhos empregando DEA já foram desenvolvidos para estudar o tema proposto, tais como o de Faria *et al.* (2008), o qual trata dos gastos associados às políticas públicas em saúde e educação colocadas em prática pelas cidades do estado do Rio de Janeiro. Outros enfoques sobre saúde pública também são abordados, como a avaliação dos serviços prestados por hospitais públicos, em trabalhos de Marinho (1998; 2003), Gonçalves *et al.* (2007) e Fonseca e Ferreira (2009), nos quais foram utilizados *outputs* como os números de consultas e internações realizadas para analisar a eficiência do atendimento à população.

3.1. Modelagem

Para avaliar a eficiência dos gastos públicos federais em saúde, buscou-se verificar se os recursos financeiros disponibilizados para cada estado e Distrito Federal são convertidos em infra-estrutura física e recursos humanos adequados ao investimento recebido. Optou-se também por considerar um indicador de qualidade de vida, como uma forma de verificar o impacto das transferências do governo nas condições em que vive a população de cada estado. Foram analisadas 54 DMUs: os 26 estados brasileiros e o Distrito Federal, cada um sendo representado por duas unidades tomadoras de decisão, uma para 2006 e outra para 2007. O emprego de um modelo englobando os dois anos permitiu avaliar como evoluiu o desempenho das unidades federativas ao longo do intervalo de tempo considerado.

Foram utilizados um *input* e quatro *outputs*, e conforme já foi comentado, adotou-se o modelo BCC, uma vez que as unidades em avaliação trabalham em escalas diferentes.

O *input* corresponde à transferência de recursos por habitante ao setor público de saúde pelo Governo Federal, tanto destinada aos estados e ao Distrito Federal, como aos municípios. Os dados foram obtidos através do site Portal da Transparência dos Recursos Públicos Federais (2009).

Os *outputs* são os números de leitos, médicos e enfermeiros, expressos por mil habitantes e associados ao SUS, e o inverso da taxa de mortalidade infantil. Os dados

referentes aos três primeiros *outputs* foram obtidos no site do DATASUS (2009), pertencente ao Ministério da Saúde, e os relacionados à taxa de mortalidade do site do IBGE (2009), bem como o tamanho da população das unidades federativas. Todos os dados foram tomados em relação ao número de habitantes, pois esta é uma forma de se aproximar da real necessidade de leitos, médicos e enfermeiros de cada estado, e o mesmo para se analisar adequadamente a quantidade de recursos aplicada.

O número de leitos é utilizado como uma forma de dimensionar fisicamente o sistema de saúde gerado pelos recursos investidos, enquanto os números de médicos e enfermeiros estão relacionados aos recursos humanos colocados à disposição da população. A taxa de mortalidade infantil foi incluída no modelo para representar a influência das políticas públicas do país na qualidade de vida da população. Foi tomado o inverso da taxa de mortalidade, pois este é um *output* que se deseja minimizar, ao contrário do que realizam os modelos DEA, que buscam aumentar os níveis de produto.

Escolheu-se a orientação *output*, uma vez que se quer avaliar se os produtos obtidos refletem o investimento que está sendo realizado em cada unidade da federação.

3.1.1. Modelo DEA BCC Clássico

Para o modelo clássico, foi encontrada a eficiência padrão de cada DMU, através do *software* SIAD. Tais eficiências estão contidas na Tabela 1. A eficiência média foi de 81,28% e o modelo forneceu 11 DMUs eficientes: Rondônia 2006, Pará 2006, Maranhão 2006, Piauí 2006, Rio Grande do Sul 2006 e 2007, Goiás 2006, Distrito Federal 2006 e 2007, Rio de Janeiro 2007 e Mato Grosso 2007.

Pará 2006 é o estado que menos recebe recursos do governo e, mesmo quando seus produtos estão abaixo daqueles apresentados pelas demais DMUs, esta diferença é compensada pela quantidade muito inferior de dinheiro disponível ao estado para investir em saúde.

Distrito Federal, nos dois anos, possui os melhores números de leitos e médicos, e em 2006 o melhor número de enfermeiros (em 2007, apresenta o segundo maior nível desse *output*). Suas taxas de mortalidade estão entre as mais baixas do país, fora o fato de que outros estados recebem mais recursos e obtêm resultados consideravelmente piores em comparação aos seus.

Rio de Janeiro 2007 recebe pouco dinheiro do Governo Federal, mas o utiliza de forma eficiente, mantendo uma estrutura física e humana adequada ao atendimento de sua população, possuindo, por exemplo, o terceiro maior número de médicos, além de uma taxa de mortalidade infantil pequena.

Mato Grosso 2007 chama a atenção pelo seu número de enfermeiros extremamente maior que o dos outros estados e pela baixa taxa de mortalidade infantil, *output* para o qual o Rio Grande do Sul, nos dois anos, apresenta os menores valores, junto a um excelente número de médicos e enfermeiros, superado apenas por poucas DMUs.

Os demais estados eficientes recebem poucos recursos do governo, mas têm pelo menos um *output* para o qual apresentam bons resultados quando comparados às outras DMUs.

Os piores desempenhos observados na Tabela 1 foram de estados do Nordeste, em ambos os anos: Alagoas, Sergipe, Bahia, Ceará e Pernambuco.

Alagoas 2007 (a pior eficiência encontrada pelo modelo) e 2006 possuem *outputs* baixos e as maiores taxas de mortalidade infantil do país, extremamente mais elevadas que as dos demais estados. Também apresentam *outputs* ruins Ceará, Sergipe e Bahia. Já Pernambuco 2006 e 2007 recebem quantias consideráveis de recursos e não os empregam de forma eficiente.

Para o ano de 2006, a eficiência média foi de 83,35% e, em 2007, esta caiu para 79,21%. Distrito Federal e Rio Grande do Sul não apresentaram alteração em suas eficiências, enquanto nove estados melhoraram seus desempenhos, com destaque para Mato Grosso, cuja

eficiência aumentou em 36,97%, graças ao aumento de 461,11% no número de enfermeiros.

Dentre os estados cujas eficiências diminuíram, Pará e Alagoas foram os que apresentaram as maiores reduções (cerca de 18,50%), devido à elevação na quantidade de recursos recebidos de um ano para outro, que não foi acompanhada de aumentos consideráveis nos *outputs*.

Mas o modelo apresenta um grande número de pesos nulos, principalmente relacionados ao número de médicos e de enfermeiros, os quais aparecem por DEA ser uma técnica benevolente e desconsiderar para cada DMU as variáveis em que estas apresentam desempenhos ruins. Mostra-se necessário desenvolver outro modelo que leve em consideração para o cálculo das eficiências os critérios nos quais as performances dos estados não são tão boas. Para tanto, foram gerados dois novos modelos utilizando-se duas formas de restrições aos pesos, região de segurança e restrição aos *outputs* virtuais, as quais foram escolhidas por se ter conhecimento prévio da importância das variáveis adotadas no modelo.

3.1.2. Modelo DEA BCC com Região de Segurança

Uma forma de tentar obter um modelo capaz de fornecer uma ordenação mais adequada das DMUs consiste em utilizar uma região de segurança, estabelecida para os *outputs* nos quais os estados apresentam mais pesos nulos: médicos e enfermeiros. O limite adotado para a razão dos pesos desses dois *outputs* foi determinado com base em informações disponibilizadas pela OMS - Organização Mundial de Saúde (2009), a qual recomenda que haja nos hospitais no mínimo três enfermeiros para cada médico, devendo o peso relacionado a médicos ser três vezes superior ou mais que o associado a enfermeiros.

As eficiências encontradas para o modelo com região de segurança também estão na Tabela 1, na qual se observam a ocorrência de 10 DMUs eficientes, sendo a eficiência média de 80,34%.

Rondônia 2006, Pará 2006, Maranhão 2006, Piauí 2006, Rio Grande do Sul 2006 e 2007, Goiás 2006, Rio de Janeiro 2007, Distrito Federal 2006 e 2007 foram eficientes pelos mesmos motivos já comentados para o modelo clássico, bem como ocorre com os estados mais ineficientes, todos novamente do Nordeste: Alagoas, Sergipe, Bahia, Ceará e Pernambuco, ficando o pior desempenho com Alagoas 2007.

A eficiência média diminuiu em 6,79% entre 2006 e 2007, passando de 83,16% para 77,51%. Rio Grande do Sul e Distrito Federal mantiveram seus desempenhos. Oito DMUs ampliaram suas eficiências, mas com aumentos que não ultrapassaram 4,00%, enquanto dezessete DMUs apresentaram reduções de eficiência, geralmente grandes, as mais acentuadas sendo observadas para Maranhão e Alagoas. O aumento nos recursos destinados a esses estados não foi convertido em valores de *outputs* que justificassem um aumento na eficiência. Alagoas permaneceu como o pior estado nos dois anos, e Maranhão deixou de ser eficiente.

A eliminação de pesos nulos desejada não foi obtida, já que a região de segurança proposta não obrigou que as DMUs deixassem de zerar os pesos associados a médicos e enfermeiros.

3.1.3. Modelo DEA BCC com Restrições Virtuais

Outra forma de restrição aos pesos, a qual realmente impede que estes sejam nulos quando limites inferiores são aplicados aos dados, trata-se da restrição aos *outputs/ inputs* virtuais. Foi desenvolvido um novo modelo no qual a contribuição de cada produto para o *output* virtual fosse de no mínimo 10% do total deste. Desse modo, nenhum *output* pôde ser desconsiderado na avaliação, e novas eficiências foram obtidas, estas contidas na Tabela 1. O modelo apresentou apenas 5 DMUs eficientes – Pará 2006, Distrito Federal 2006 e 2007, Rio de Janeiro 2007 e Mato Grosso 2007 – e uma eficiência média de 68,45%.

Com exceção de Mato Grosso 2007, todas as DMUs eficientes apresentavam *outputs* compatíveis com a transferência de recursos destinada a elas. Já Mato Grosso 2007 foi eficiente devido ao seu elevadíssimo número de enfermeiros, que contribuiu com 70% para a

formação do *output* virtual, ficando os outros produtos com apenas 10% de contribuição cada, reduzindo a influência dos baixos números de médicos e leitos.

Na Tabela 1, vê-se que os piores desempenhos ocorrem para Alagoas, Sergipe, Pernambuco, Bahia e Ceará, em ambos os anos, Mato Grosso do Sul 2006, e Paraná 2006. A ineficiência para os estados do Nordeste é explicada como nos modelos anteriores. Já Mato Grosso do Sul 2006 recebe uma quantia considerável de recursos e tem péssimos números de leitos e enfermeiros. Paraná 2006 possui o quinto pior número de leitos do país, e o menor número de enfermeiros. Como seu número de médicos é muito bom, 70,00% da contribuição aos *outputs* virtuais foi associada a esse produto, distribuindo os 30,00% restantes igualmente entre os demais *outputs*, o que mesmo assim resultou na menor eficiência obtida com o modelo.

Em 2006, a eficiência média foi de 68,32% e, em 2007, de 68,59%, um aumento inferior a 1,00%. O Distrito Federal não alterou sua eficiência, enquanto dez DMUs melhoraram e dezesseis pioraram seus desempenhos. Paraná chega a apresentar uma melhora de 116,77% na eficiência, ao aumentar enormemente seu número de enfermeiros, em 2007. Mato Grosso e Mato Grosso do Sul também melhoraram bastante suas eficiências, tendo o último estado se tornado eficiente. As maiores quedas de desempenho ocorreram para Maranhão e Pará (o qual deixou de ser eficiente), por motivos já citados na análise dos demais modelos.

3.1.4. Comparação entre os modelos e análise dos resultados

A Tabela 1 permite realizar uma comparação entre as eficiências e as ordenações obtidas com os três modelos descritos.

A utilização de região de segurança não levou a uma grande alteração nos resultados obtidos pelo modelo clássico, pois, como já foi comentado, a restrição imposta não obriga que as DMUs tornem os pesos associados a médicos e enfermeiros diferentes de zero. Pelo contrário: muitos estados, para manter o peso relacionado a médicos nulo, zeraram também o peso do número de enfermeiros, o que fez aumentar a quantidade de pesos nulos, em comparação com o modelo clássico.

Das 11 DMUs eficientes no modelo inicial, apenas Mato Grosso 2007 passou a ser ineficiente. Os demais estados eficientes mantiveram-se os mesmos. Não se observa, em geral, variação relevante na ordenação das DMUs, as quais em sua maioria também não alteraram suas eficiências em relação ao modelo clássico. Destacam-se apenas Mato Grosso 2007, que deixou de ser eficiente e passou a ter uma eficiência de 74,01% e Amazonas 2007, cuja eficiência caiu de 90,65% para 75,98%.

No modelo clássico, Mato Grosso 2007 apenas não zerava os pesos associados à transferência de recursos e enfermeiros, *output* para o qual é a melhor DMU, e para considerá-lo no cálculo da eficiência no novo modelo, não pôde zerar o peso de médicos, provocando uma queda em seu desempenho. Já Amazonas 2007 apresenta um número de médicos abaixo da grande maioria das DMUs, o que fez zerar os pesos relacionados a esse produto e a enfermeiros, *output* no qual é a segunda melhor DMU, não podendo mais tirar proveito desse fator para ter uma boa eficiência.

O modelo com região de segurança não levou a uma maior discriminação das DMUs, o que foi obtido a partir do modelo com restrição aos *outputs* virtuais, que permitiu uma melhor ordenação dos estados, com alterações significativas de eficiência e posicionamento em relação ao modelo clássico.

Observa-se uma queda considerável na eficiência média, a qual passou de 81,28% no modelo clássico para 68,45% no modelo com restrição aos *outputs* virtuais. Essa redução já era esperada, pois, com a restrição, as DMUs não podem mais zerar pesos associados a *outputs* ruins com o intuito de melhorar suas eficiências. Quanto aos 5 estados eficientes no modelo com restrição aos *outputs* virtuais, estes já possuíam eficiência padrão igual a 100,00%.

Enquanto, no modelo clássico, Alagoas 2007 apresentava a pior eficiência, no último modelo estudado, a DMU mais ineficiente tornou-se Paraná 2006, estado que apresentou a maior variação de eficiência dentre todas as DMUs ao se comparar os dois modelos (uma queda de 60,00%). Ter que considerar um mínimo de contribuição de leitos e enfermeiros aos *outputs* virtuais prejudicou o desempenho do estado, o qual no modelo clássico obtinha melhor eficiência por colocar um peso elevado para a taxa de mortalidade.

Rondônia 2006, Maranhão 2006 e Piauí 2006 foram estados que, antes eficientes, alteraram bastante suas posições com a exigência de 10% de contribuição mínima para cada *output*. A ineficiência ocorreu devido à impossibilidade de zerar pesos associados a *outputs* em que apresentam péssimo desempenho (médicos, enfermeiros e taxa de mortalidade).

Mato Grosso do Sul 2006 foi a segunda DMU que mais teve sua eficiência reduzida. A taxa de mortalidade teve que contribuir com 50% para o *output* virtual e o número de médicos com 30%, ficando os 20% restantes dividido entre os demais *outputs*, os quais são muito ruins diante da quantia de recursos recebida. Apresentando o mesmo problema, por receber bastante dinheiro do Governo Federal e ter alguns *outputs* ruins, o Acre 2006 passou, na ordenação, de 22º a 42º, sendo esta a segunda maior mudança de posicionamento observada.

DMUs	Eficiência			Ordenação		
	Padrão	Região de Segurança	Restrição aos <i>outputs</i> virtuais	Padrão	Região de Segurança	Restrição aos <i>outputs</i> virtuais
Rondônia 2006	100,00	100,00	70,35	1	1	25
Pará 2006	100,00	100,00	100,00	1	1	1
Maranhão 2006	100,00	100,00	76,60	1	1	15
Piauí 2006	100,00	100,00	71,79	1	1	21
Rio Grande do Sul 2006	100,00	100,00	87,99	1	1	7
Goiás 2006	100,00	100,00	89,27	1	1	6
Distrito Federal 2006	100,00	100,00	100,00	1	1	1
Rio de Janeiro 2007	100,00	100,00	100,00	1	1	1
Rio Grande do Sul 2007	100,00	100,00	80,77	1	1	10
Mato Grosso 2007	100,00	74,01	100,00	1	40	1
Distrito Federal 2007	100,00	100,00	100,00	1	1	1
Rio de Janeiro 2006	96,58	96,58	87,85	12	11	8
Santa Catarina 2006	93,59	93,59	84,57	13	12	9
São Paulo 2007	91,94	91,94	80,33	14	13	11
Amazonas 2007	90,65	75,98	75,81	15	35	16
Rondônia 2007	90,15	90,15	70,00	16	14	26
São Paulo 2006	89,60	89,60	72,03	17	15	20
Amazonas 2006	88,16	85,69	76,93	18	22	13
Roraima 2007	87,95	87,95	71,11	19	16	23
Santa Catarina 2007	87,60	87,60	78,43	20	17	12
Acre 2007	87,23	87,23	63,19	21	18	32
Acre 2006	86,70	86,70	57,83	22	19	42
Piauí 2007	86,70	86,70	62,32	22	19	33
Roraima 2006	85,97	85,97	60,96	24	21	35
Rio Grande do Norte 2006	85,61	85,46	74,32	25	23	18
Minas Gerais 2006	84,90	84,90	72,79	26	24	19
Goiás 2007	83,57	83,57	76,90	27	25	14
Pará 2007	81,70	81,13	75,50	28	27	17
Tocantins 2006	81,38	81,38	60,31	29	26	38
Tocantins 2007	80,41	80,32	65,48	30	28	28
Paraíba 2006	80,26	78,50	69,43	31	31	27
Maranhão 2007	79,95	79,92	57,28	32	29	43
Amapá 2006	78,81	78,81	60,60	33	30	37
Mato Grosso do Sul 2007	78,26	78,26	64,11	34	32	30
Mato Grosso do Sul 2006	76,78	76,78	45,98	35	33	52
Espírito Santo 2007	76,62	76,62	70,99	36	34	24
Paraná 2007	75,17	75,17	64,13	37	36	29

Espírito Santo 2006	74,82	74,82	58,44	38	37	41
Minas Gerais 2007	74,75	74,75	71,24	39	38	22
Paraná 2006	74,20	74,20	29,58	40	39	54
Mato Grosso 2006	73,01	73,01	63,86	41	41	31
Paraíba 2007	72,67	71,28	60,93	42	43	36
Rio Grande do Norte 2007	72,34	72,34	59,80	43	42	39
Amapá 2007	70,57	70,57	54,87	44	44	45
Pernambuco 2006	67,02	67,02	52,37	45	45	49
Bahia 2006	66,18	65,99	61,38	46	46	34
Pernambuco 2007	65,96	65,96	55,35	47	47	44
Ceará 2006	63,19	63,19	58,80	48	48	40
Ceará 2007	59,75	59,12	54,79	49	49	46
Bahia 2007	56,50	55,84	52,95	50	50	47
Sergipe 2006	53,27	52,66	52,95	51	51	47
Alagoas 2006	50,39	50,39	47,56	52	52	50
Sergipe 2007	47,11	46,48	46,04	53	53	51
Alagoas 2007	41,03	39,99	39,54	54	54	53

Fonte: Os autores

Tabela 1 – Eficiências encontradas através dos modelos DEA propostos

A eficiência média de 2007 em relação à de 2006 apenas aumentou para o último modelo proposto, e mesmo assim, como já foi comentado, o aumento foi praticamente nulo. Avalia-se melhor a evolução do desempenho entre os anos de 2006 e 2007 a seguir.

3.1.5. Evolução da eficiência entre 2006 e 2007

A inclusão em um mesmo modelo dos dados referentes aos anos de 2006 e 2007 permite realizar uma avaliação temporal, e verificar se cada estado deu um melhor uso aos recursos recebidos do governo ao longo dos anos. A Tabela 2 mostra como evoluíram a eficiência e o posicionamento das DMU de 2006 para 2007, considerando o modelo com restrição aos *outputs* virtuais, o qual permitiu uma maior discriminação entre as DMUs, não sendo analisados aqui os demais modelos.

De 2006 para 2007, apenas o Rio de Janeiro apresentou redução na quantidade de recursos transferida pelo Governo Federal. Os demais estados tiveram desde elevações extremamente pequenas (como Espírito Santo, inferior a 1,00%), até variações acima de 20,00% (como 29,04% e 27,20% do Acre e do Amapá, respectivamente).

Quanto aos *outputs*, todos os estados reduziram de modo semelhante suas taxas de mortalidade de um ano para o outro. O número de leitos foi mantido ou diminuiu, com exceção das DMUs Acre, Roraima e Maranhão, com aumentos menores que 2,00%. Ocorreu diminuição no número de médicos para Acre, Amapá e Paraná, tendo as demais DMUs aumentos semelhantes, em torno de 2,00 e 3,00% a maioria. O número de enfermeiros de todos os estados cresceu, com destaque para Paraná e Mato Grosso, com 484,62% e 461,11% de aumento, respectivamente, os maiores crescimentos observados. A enorme ampliação na quantidade de enfermeiros atuando nos hospitais do SUS pode se dever ao crescimento no número de instituições de Ensino Superior com ofertas de cursos de enfermagem no Brasil, e também ao Projeto Saúde da Família, que tem gerado muitas vagas para profissionais da área.

DMUs	Eficiência		Ordenação	
	2006	2007	2006	2007
Rondônia	70,35	70,00	13	13
Acre	57,83	63,19	22	17
Amazonas	76,93	75,81	7	8
Roraima	60,96	71,11	17	11
Pará	100,00	75,50	1	9
Amapá	60,60	54,87	18	23
Tocantins	60,31	65,48	19	14
Maranhão	76,60	57,28	8	21
Piauí	71,79	62,32	12	18

Ceará	58,80	54,79	20	24
Rio Grande do Norte	74,32	59,80	9	20
Paraíba	69,43	60,93	14	19
Pernambuco	52,37	55,35	24	22
Alagoas	47,56	39,54	25	27
Sergipe	52,95	46,04	23	26
Bahia	61,38	52,95	16	25
Minas Gerais	72,79	71,24	10	10
Espírito Santo	58,44	70,99	21	12
Rio de Janeiro	87,85	100,00	5	1
São Paulo	72,03	80,33	11	5
Paraná	29,58	64,13	27	15
Santa Catarina	84,57	78,43	6	6
Rio Grande do Sul	87,99	80,77	4	4
Mato Grosso do Sul	45,98	64,11	26	16
Mato Grosso	63,86	100,00	15	1
Goiás	89,27	76,90	3	7
Distrito Federal	100,00	100,00	1	1

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Evolução ao longo dos anos de 2006 e 2007

De 2006 para 2007, a eficiência média não se alterou substancialmente, com um leve aumento inferior a 1,00%, enquanto, em relação à ordenação, cinco estados não mudaram de posição (Rondônia, Minas Gerais, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Distrito Federal) e dez dos vinte e dois restantes passaram a ocupar posições melhores.

Os estados que mais elevaram suas eficiências foram Paraná, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com crescimentos de 116,77%, 56,59% e 39,42%, respectivamente, refletindo o aumento no número de enfermeiros, *output* para o qual apresentaram as maiores elevações de um ano para o outro, dentre todas as DMUs. Mato Grosso possui ainda o segundo maior aumento no número de médicos, e Paraná a quarta maior diminuição na taxa de mortalidade. Os grandes aumentos nas eficiências dos três estados também levaram a mudanças de suas ordenações. Mato Grosso é o estado que mais subiu posições, da 15ª para a 1ª posição. Paraná, de estado mais ineficiente em 2006, passou a ter a 15ª melhor eficiência em 2007. Mato Grosso do Sul, o 2º estado mais ineficiente em 2006, passou a ocupar a 16ª posição no ano seguinte.

As maiores reduções de eficiência ocorreram para Maranhão (25,22%) e Pará (24,50%). Ambos os estados passaram a receber mais recursos do governo de um ano para o outro (como Maranhão, que apresentou o quinto maior aumento de transferência), mas esse fator refletiu pouco nos produtos, os quais sofreram uma melhora muito pequena. Maranhão também foi o estado que mais posições caiu na ordenação, passando de 8ª para 21ª DMU em eficiência. Na Tabela 2, verifica-se ao menos outras duas DMUs, Rio Grande do Norte e Bahia, que variaram bastante suas posições e eficiências, por também apresentarem resultados aquém do esperado diante da ampliação de recursos destinados a elas.

4. Conclusões

Por meio da Análise Envoltória de Dados, o estudo apresentado avaliou a eficiência com que os estados brasileiros e o Distrito Federal utilizaram, nos anos de 2006 e 2007, os recursos fornecidos pelo Governo Federal para a promoção de recursos físicos (leitos) e humanos (médicos e enfermeiros) para a área de saúde, bem como para proporcionar melhorias nos índices de mortalidade infantil, refletindo a elevação da qualidade de vida da população por meio das políticas públicas adotadas em cada unidade da Federação. A opção por um modelo reunindo os dados de 2006 e 2007 permitiu ainda comparar o desempenho dos estados nos dois anos considerados.

A presença de muitos pesos nulos no modelo clássico não permitiu uma ordenação adequada das DMUs, o que gerou a necessidade de se adotar enfoques adicionais. Foram

desenvolvidos mais dois modelos, cada um agregando novas informações e levando a uma melhor análise dos dados e a obtenção de novos resultados. O conhecimento a priori da importância de cada *output* possibilitou o uso de restrições aos pesos, e o modelo com restrições aos *outputs* virtuais evidenciou a influência dos pesos nulos nos resultados até então encontrados, que consideravam somente as características boas de cada DMU. O modelo levou a reduções nas eficiências e no número de DMUs eficientes, gerando uma nova ordenação das unidades tomadoras de decisão, com uma maior discriminação entre estas, sendo utilizado para uma análise mais detalhada da evolução da eficiência dos estados entre 2006 e 2007.

É importante notar que os resultados obtidos e a avaliação realizada a partir destes foram feitos com base nos pesos encontrados através do SIAD, os quais poderiam ser diferentes se fosse empregado outro *software*, já que, para as unidades tomadoras de decisão extremo-eficientes, vários conjuntos de pesos diferentes podem gerar um mesmo valor de eficiência.

A constante análise das políticas públicas colocadas em prática pelos governos é extremamente importante para se garantir que os recursos que deveriam ser empregados no fornecimento de serviços essenciais à população não sejam desperdiçados, impactando a qualidade de vida das pessoas de modo negativo, e DEA demonstra ser uma técnica relevante para cumprir com esse intuito.

Cabe lembrar que no estudo apresentado não foi feita uma avaliação da eficiência dos serviços de saúde, e sim da eficiência dos gastos públicos, com a conversão destes em infraestrutura física e recursos humanos para atender a população. Esse enfoque dado à modelagem justifica o fato de estados constantemente associados na mídia a baixos desempenhos na prestação de serviços de saúde à população, apresentarem no presente trabalho eficiências elevadas. É o caso da capital do Rio de Janeiro, cujo atendimento é marcado por enormes filas e dificuldades em se realizar exames e cirurgias, o que é motivado pela utilização do sistema de saúde da cidade por pessoas residentes nas cidades vizinhas. Situação semelhante é observada no Distrito Federal, cujos serviços são demandados até mesmo por cidades de Goiás e Minas Gerais. Independente da baixa qualidade do serviço prestado, os dois exemplos citados apresentam quantidade de médicos, enfermeiros e leitos de acordo com o volume de dinheiro repassado pelo governo, bem como uma taxa de mortalidade que condiz com esses investimentos recebidos, o que os leva a possuírem excelentes eficiências. Enfim, no Brasil, a desigualdade na oferta de cobertura à saúde, marcante ao se comparar metrópoles e seus municípios vizinhos de pequeno e médio porte, os quais muitas vezes pertencem até mesmo a outros estados, levam a uma sobrecarga nas grandes cidades, e, portanto, resultados diferentes poderiam ser obtidos caso fossem utilizados dados sobre a verdadeira demanda por serviços de saúde em cada estado, e não simplesmente o número de habitantes que estes possuem.

Diminuir as desigualdades entre os estados no que diz respeito à promoção de saúde para a população deve ser encarada como uma meta a ser atingida pelos governos, pois somente com qualidade nos gastos públicos e promovendo a equidade nesse setor, é possível avançar nessa e em outras áreas sociais, promovendo bem estar e desenvolvimento à população.

Referências

- Angulo-Meza, L., Biondi Neto, L., Soares de Mello, J. C. C. B., e Gomes, E. G. 2005. Isyds - integrated system for decision support (siad sistema integrado de apoio a decisão): A software package for data envelopment analysis model. *Pesquisa Operacional* 25 (3):493-503.
- Banker, R. D., Charnes, A., e Cooper, W. W. 1984. Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30 (9):1078-1092.
- Charnes, A., Cooper, W. W., e Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research* 2:429-444.

- Charnes, A., Cooper, W. W., Wei, Q. L., e Huang, Z. M. 1989. Cone ratio data envelopment analysis and multi-objective programming. *International Journal of Systems Science* 20 (7):1099-1118.
- DATASUS. *Banco de dados do sistema único de saúde* 2009 [cited 01 de outubro de 2009]. Available from <http://www.datasus.gov.br>.
- Dyson, R. G., e Thanassoulis, E. 1988. Reducing weight flexibility in data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society* 39 (6):563-576.
- Faria, F. P., Jannuzzi, P. d. M., e Silva, S. J. d. 2008. Eficiência dos gastos municipais em saúde e educação: Uma investigação através da análise envoltória no estado do rio de janeiro. *Revista de Administração Pública* 42 (1):155-177.
- Fonseca, P. C., e Ferreira, M. A. M. 2009. Investigação dos níveis de eficiência na utilização de recursos no setor de saúde: Uma análise das microrregiões de minas gerais. *Revista Saúde e Sociedade* 18 (2):199-213.
- Gonçalves, A. C., Noronha, C. P., Lins, M. P. E., e Almeida, R. M. V. R. 2007. Data envelopment analysis for evaluating public hospitals in brazilian state capitals. *Análise envoltória de dados na avaliação de hospitais públicos nas capitais brasileiras* 41 (3):427-435.
- IBGE. *Instituto brasileiro de geografia e estatística* 2009 [cited 01 de setembro de 2009]. Available from <http://www.ibge.gov.br>.
- Kornbluth, J. S. H. 1991. Analysing policy effectiveness using cone restricted data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society* 42 (12):1097-1104.
- Marinho, A. 1998. Estudo de eficiência em hospitais públicos e privados com a geração de rankings. *Revista de Administração Pública - RAP* 32 (6):145-158.
- Marinho, A. 2003. Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do estado do rio de janeiro. *Revista Brasileira de Economia - RBE* 57 (2):515-534.
- OMS. *Who/oms- world health organization* 2009 [cited 01 de outubro de 2009]. Available from <http://www.who.int/>
- Portal da Transparência dos Recursos Públicos Federais 2009 [cited 01 de setembro de 2009]. Available from <http://www.portaltransparencia.gov.br>.
- Roll, Y., Cook, W. D., e Golany, B. 1991. Controlling factor weights in dea. *IIE Transactions* 23 (1):2-9.
- Thompson, R. G., Langemeier, L. N., Lee, C. T., Lee, E., e Thrall, R. M. 1990. The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to kansas farming. *Journal of Econometrics* 46 (1-2):93-108.
- Wong, Y. H. B., e Beasley, J. E. 1990. Restricting weight flexibility in data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society* 41 (9):829-835.