

# Avaliação da eficiência técnica em sistemas cooperativos usando Análise Envoltória de Dados (DEA): o caso da Unimed do Rio Grande do Sul

Manoel Antonio da Silva Ribeiro\*

Médico Pediatra, Especialista em  
Gestão da Saúde.

Adelar Fochezatto\*\*

Doutor em Economia, Professor  
Titular do PPGE-PUCRS.

## Resumo

Várias ferramentas são capazes de avaliar a eficiência, incluindo a comparação da “performance” relativa de organizações similares. A Análise Envoltória de Dados é uma rigorosa estruturação teórico-econômica, na qual a eficiência pode ser medida envolvendo definições conceituais claras, sem interpretações ambíguas. A DEA é um método baseado em programação linear matemática, com habilidade em medir eficiência de acordo com o conceito teórico de eficiência produtiva. Ela tem sido utilizada amplamente em outros países e em outras áreas do setor público, mas seu uso é muito limitado em serviços de saúde, no Brasil. Este estudo apresenta um exercício de avaliação comparativa de 30 Unimeds do Rio Grande do Sul, em três anos, utilizando a DEA. A metodologia da DEA mostrou ser capaz de avaliar os níveis de “inputs” e “outputs” observados nas Unimeds e a sua habilidade para transformar recursos em serviços em valores eficientes. A DEA permitiu produzir, para cada unidade, um número diferente de meios para avaliar a eficiência: um escore de eficiência relacionado a outras unidades do conjunto para cada ano, sugestões de quais unidades poderiam servir de referência às outras, alvos para modificar os níveis de “inputs” e de “outputs” para atingirem a eficiência e uma análise da mudança da produtividade conforme o tempo.

---

\*E-mail: [anraquel@terra.com.br](mailto:anraquel@terra.com.br)

\*\*E-mail: [adelar@pucrs.br](mailto:adelar@pucrs.br)

## **Palavras-chave**

**Análise Envoltória de Dados; eficiência; serviços cooperativos.**

### ***Abstract***

*Several tools are available to assess efficiency, including comparisons of performance relative to similar organizations. The Data Envelopment Analysis (DEA) is a rigorous economic theoretical framework within which efficiency can be measured, involving clear definitions of concepts which have unambiguous interpretation. It is a linear programming based method which enables the measurement of the efficiency consistent with the theoretical based concept of production efficiency. DEA has been widely used in other countries and the other public sectors areas, but has had very limited use in health care in Brazil. This study presents an exercise using DEA on comparative evaluations in three years of thirty Medical Services Cooperative (Unimed) of the Rio Grande do Sul. The DEA methodology was able to assess the observed inputs and outputs levels of the Unimed, and their ability to transform resources into services in an efficient way. DEA was able to produce from each unit a number of different ways of assessing efficiency: an efficiency score relative to others in the set for each year, suggestions for other units from which they could learn, targets for changing their inputs and outputs to achieve efficiency and an analysis to have productivity has been changing over time.*

### ***Key words***

***Data Envelopment Analysis; efficiency; services cooperative.***

**Classificação JEL: D24, D61.**

**Artigo recebido em 27 set. 2004.**

## Introdução

Nos últimos anos, foram empreendidos grandes esforços no desenvolvimento de medidas para a análise de produtividade e de eficiência na área da saúde (Andersen; Petersen, 1993; Novaes; Estellita-Lins, 2000). As mudanças ocorridas durante a década de 80 do século XX, relacionadas ao aumento dos custos na área da saúde, levaram os gestores a focalizarem suas atividades na eficiência operacional, e, a partir da década seguinte, a atitude do consumidor, orientada pela qualidade do serviço oferecido, forçou esses mesmos gestores a incluírem a qualidade dentro dos processos de tomada de decisão (Kleinsorge, 1992; Kooreman, 1994a).

A análise da eficiência ou da produtividade pode ser feita por dois conjuntos de métodos, os paramétricos ou estocásticos e os não paramétricos ou não estocásticos, tendo ambos, como conceito fundamental, a comparação de *outputs* com *inputs*, cuja finalidade é estimar uma fronteira relativa em que exista o máximo de uma produção com o mínimo de recursos utilizados. Nos métodos estocásticos, é necessário especificar os parâmetros e a forma funcional para representar as funções de produção a serem estimadas. Na abordagem não paramétrica, os parâmetros e a função de produção não necessariamente precisam ser explicitados, sendo a Análise Envoltória de Dados (DEA) uma metodologia clássica nesse grupo (Hollingsworth; Parkin, 1998; Marinho, 1998).

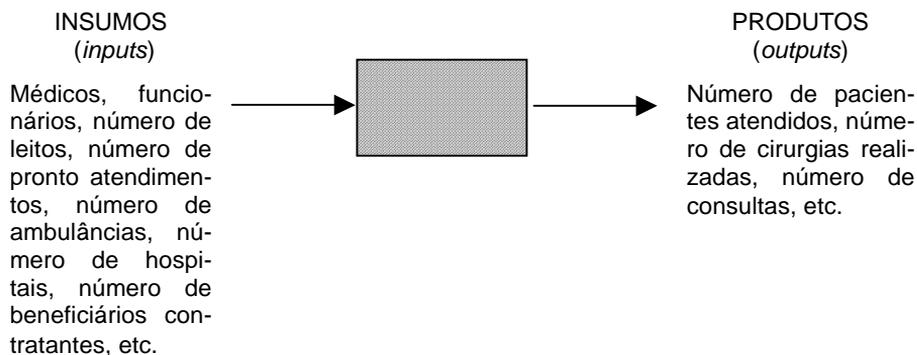
A Análise Envoltória de Dados, desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e estendida por Banker, Charnes e Cooper (1984), é um procedimento de programação linear para a análise da fronteira de eficiência de insumos e produtos. A formulação da DEA baseia-se na clássica definição de produtividade, ou seja, na noção econômica da transformação, através da tecnologia de produção, de insumos em produtos. Assim, ela possibilita estimar o máximo nível de *output* a ser gerado por determinado *input* ou o mínimo nível de *input* capaz de gerar determinado nível de *output* (Thanassoulis; Boussofiane; Dyson, 1996; Shroff *et al.*, 1998). Trata-se, portanto, de uma metodologia útil e recomendável para avaliar organizações complexas, possibilitando realizar análises flexíveis e estruturadas da eficiência comparativa das mesmas, sem se recorrer a padrões preestabelecidos de eficiência. A DEA fornece medidas sintéticas de eficiência, definidas a partir dos dados observados e do conjunto de *inputs* e *outputs* das unidades avaliadas (Façanha; Marinho, 2001b), sendo, portanto, um importante instrumento de identificação das melhores práticas e de administração de incentivos (Bogetoft, 1997).

O número de artigos publicados na literatura mundial sobre a aplicabilidade da DEA na área de saúde é relevante. No Brasil, sua aplicação nessa área ainda é muito incipiente, mas podem ser citados os trabalhos de Marinho (1998, 2001), Façanha e Marinho (2001a) e Gonçalves e Noronha (2001). No gerenciamento do setor de saúde no Brasil, dada a escassez de recursos, é importante utilizar instrumentos de análise de eficiência.

Uma organização de saúde como as cooperativas médicas, do mesmo modo analisado por Façanha e Marinho (2001b) e Marinho (1998) para os hospitais, compõe-se "(...) de um modelo de entrada-saída que controla, supondo desconhecidas, complexidades inerentes à estrutura organizacional interna e ao processo de transformação". Há insumos (ou *inputs*) utilizados para um processo de transformação em produtos e serviços prestados (ou *outputs*), conforme demonstrado esquematicamente na Figura 1.

Figura 1

#### Modelo de produção em saúde



FONTE: MARINHO, A. Estudo de eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de *ranking*. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, FGV, Escola Brasileira de Administração Pública, v. 32, n. 6, p. 145-158, nov./dez. 1998.

Na literatura, conforme resumido por Façanha e Marinho (2001a), os *inputs* mais comumente utilizados são os de trabalho (médicos, enfermeiros, nutricionistas, bioquímicos, pessoal da administração, etc.), de capital ou

capacidade física operacional da organização (número de leitos, área física, valores de depreciação de equipamentos e instalações, seguros e aluguéis), financeiros (compras de remédios, alimentação e material de consumo), de serviços gerais (limpeza, lavanderia e segurança), de serviços específicos (fisioterapia, exames radiológicos, imunológicos e bioquímicos), relacionados aos pacientes (número de consultas, internações e readmissões, idade, sexo e patologia específica) e ambientais (região urbana ou rural, natureza pública, ou privada ou filantrópica e características da população).

Os tipos de *outputs* são aqueles relacionados ao tratamento do paciente (número de consultas e de cirurgias realizadas, atendimentos em emergência e em ambulatório, número de internações, tempo de permanência, exames subsidiários realizados, número de altas hospitalares e óbitos), à qualidade dos serviços (morbidade, mortalidade, readmissões, casos de infecção hospitalar e de acidente do trabalho, investimento em treinamento e aperfeiçoamento dos funcionários, manutenção e operação de equipamentos e instalações hospitalares, investimento em pesquisa, ensino e novas tecnologias, controle da qualidade do atendimento, nível salarial e escolaridade dos seus funcionários) e a atendimentos sociais (assistência à população de baixa renda).

Este trabalho apresenta um estudo empírico inicial, inédito e útil, com resultados sobre o desempenho, em três anos consecutivos, das cooperativas de trabalho médico do Estado do Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos possibilitaram a elaboração de um *ranking* anual de eficiência comparativa e o estabelecimento de metas a serem atingidas.

O aparecimento do cooperativismo da assistência médica no Brasil ocorreu na Cidade de Santos, Estado de São Paulo, em 1967, com a fundação do Sistema Nacional de Saúde Unimed. Este surgiu da necessidade que os médicos tiveram de se organizar em sociedades cooperativas para prestar a assistência direta de seus serviços às classes trabalhadoras, com o objetivo de oferecer serviços de alta qualidade técnica e ética em resposta ao mercantilismo médico oriundo de intermediários. Atualmente, esse sistema possui uma entidade máxima, a Confederação Nacional, a qual congrega as federações e as Unimeds singulares ou federadas das regiões em que não existem federações. Por sua vez, as federações estaduais ou regionais congregam as cooperativas singulares de sua região, sendo estas as que prestam assistência médica no município e em cidades vizinhas que compõem a sua área de atuação. As cooperativas são compostas por associação autônoma e espontânea de médicos e são regidas por estatuto próprio, porém com relacionamento entre si, com normas e regras estabelecidas pelas federações (Unimed Porto Alegre, 2000; Unimed do Brasil, 2003).

Especificamente no Rio Grande do Sul, a Federação foi fundada em 1972 e, hoje, congrega 30 Unimeds federadas e 12.638 médicos cooperados, os quais prestam cobertura assistencial, nos 467 municípios do Estado, à aproximadamente 1,4 milhão de beneficiários, o que corresponde, segundo o censo de 2000, a 13,7% da população do Estado. Possui ainda dois hospitais próprios, 1.780 hospitais credenciados, 28 serviços de pronto atendimento e SOS, 28 serviços de diagnósticos próprios, uma transportadora aérea de serviços médicos e quase 1.500 colaboradores (Unimed do Brasil, 2003).

Para o presente exercício, serão avaliadas essas 30 Unimeds singulares do Estado do Rio Grande do Sul, no período de 1999 a 2001, buscando-se estabelecer medidas anuais de desempenho e de eficiência das mesmas em relação à produtividade para com seus médicos associados e a criação de um *ranking* entre estas unidades.

## 1 - Metodologia da Análise Envoltória de Dados

A Análise Envoltória de Dados é uma técnica de programação linear matemática desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e estendida por Banker, Charnes e Cooper (1984), que converte medidas de múltiplos *inputs* e *outputs* em uma única medida compreensiva de eficiência.<sup>1</sup> Ela propicia que se analise a eficiência comparativa de organizações complexas ou tomadoras de decisão, comparação esta obtida pela revelação do desempenho de outras unidades, de modo que a referência não é obtida teórica ou conceitualmente, mas através da observação da melhor prática. As organizações que estiverem sob análise DEA são denominadas Decision Making Units (DMU) e deverão ter em comum a utilização dos mesmos *inputs* e *outputs*, ser homogêneas e possuir autonomia na tomada de decisão.

Segundo Façanha e Marinho (2001b), as organizações complexas possuem as seguintes características: utilizam múltiplos insumos para produzir múltiplos produtos ou serviços; utilizam tecnologia desconhecida e/ou de difícil explicitação, o que não recomenda o recurso convencional de especificações de funções de produção hipotéticas; e os preços dos insumos e/ou dos produtos revelam-se inexistentes ou de difícil acesso.

---

<sup>1</sup> Esses dois modelos DEA clássicos são reconhecidos pelas iniciais de seus autores, respectivamente, modelos CCR e BBC.

Conforme mencionada por Hollingsworth e Parkin (1998) e Marinho (1998), a eficiência é a relação entre os produtos resultantes de uma atividade e a quantidade de recursos utilizados pela respectiva atividade, definindo uma medida numérica, como segue:

$$E = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad (1)$$

Na realidade, as instituições de assistência à saúde geralmente realizam muitas atividades e, em vista disso, mobilizam diferentes insumos e produtos. Nesses casos, necessariamente, a medida de eficiência é representada pela seguinte formulação:

$$E = \frac{\text{Output}_1 + \text{Output}_2 + \text{Output}_3 + \dots + \text{Output}_n}{\text{Input}_1 + \text{Input}_2 + \text{Input}_3 + \dots + \text{Input}_n} \quad (2)$$

Porém o grande problema é que todos esses *inputs* e *outputs* são medidos em unidades diferentes, não podendo, simplesmente, serem adicionados, de forma simultânea, à equação apresentada. A solução, que traduz a essência da DEA consiste em determinar pesos para cada *input* e para cada *output* e, após, adicioná-los a essa formulação matemática.

## 1.1 - Modelo DEA-CCR

O modelo CCR, também conhecido como Retorno Constante de Escala (CRS) — Constant Returns to Scale —, permite medir a eficiência pela maximização da soma ponderada dos *outputs* (*output* composto ou virtual) dividida pela soma ponderada dos *inputs* (*input* composto ou virtual) de cada DMU em estudo. A restrição é a de que o resultado obtido seja menor ou igual a um (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978):

$$E = \frac{\text{Output}_{1*} \text{Peso}_1 + \text{Output}_{2*} \text{Peso}_2 + \text{Output}_{3*} \text{Peso}_3 + \dots + \text{Output}_{n*} \text{Peso}_n}{\text{Input}_{1*} \text{Peso}_1 + \text{Input}_{2*} \text{Peso}_2 + \text{Input}_{3*} \text{Peso}_3 + \dots + \text{Input}_{n*} \text{Peso}_n} < 1 \quad (3)$$

Resumidamente, essa equação pode ser expressa como segue:

$$E = \frac{u_1 Y_1 + u_2 Y_2 + \dots + u_n Y_n}{v_1 X_1 + v_2 X_2 + \dots + v_n X_n} \leq 1 \quad (4)$$

ou seja,

$$E = \frac{\sum_i u_i Y_i}{\sum_j v_j X_j} \leq 1 \quad (5)$$

onde  $E$  é a eficiência de uma DMU;  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  é a quantidade de cada *output* produzido pela DMU;  $X_1, X_2, \dots, X_n$  é a quantidade de cada *input* utilizado pela DMU;  $u_1, u_2, \dots, u_n$  e  $v_1, v_2, \dots, v_n$  são os pesos dados, respectivamente, para cada *output* e *input*. A princípio, os pesos são desconhecidos e significam a importância relativa de cada variável. Eles serão obtidos pelo exercício de otimização matemática, através da transformação em problema de programação linear equivalente, com restrições. Admite-se que nenhum dos casos tratados se encontre além da fronteira de eficiência, isto é, acima de 100% ( $E < 1$ ), e que os pesos sejam não negativos, isto é,  $u$  e  $v > 0$ .

A DEA fornece, para cada DMU, escores de eficiência entre zero e um. Após a resolução do problema, as DMUs eficientes usualmente obtêm escore igual a um ( $E = 1$ ), o que, em outras palavras, significa que seu resultado corresponde a uma eficiência relativa de 100%. Contrariamente, toda DMU com escore menor que um ( $E < 1$ ) será classificada como ineficiente.

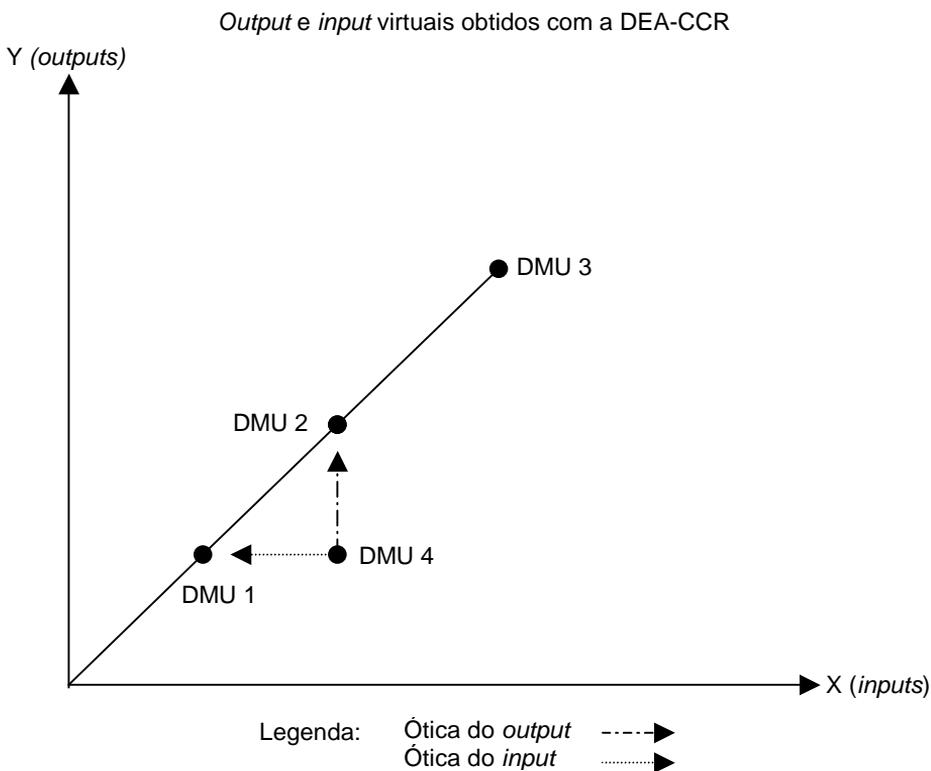
Graficamente, o modelo CCR determina uma fronteira CRS, que indica que crescimentos proporcionais dos *inputs* produzirão crescimentos proporcionais dos *outputs*. Com isso, é possível transpor a base de dados composta por inúmeras variáveis e inúmeras unidades observadas para um gráfico de duas dimensões, conforme se pode constatar no Gráfico 1.

No exemplo do Gráfico 1 as DMUs eficientes seriam as DMU 1, DMU 2 e DMU 3, e a fronteira de eficiência seria dada pela união dos pontos destas no gráfico. A DMU 4, conforme observado, não seria caracterizada como eficiente. Como os valores de eficiência são obtidos na comparação entre os pares, isto é, entre as DMUs ineficientes com as DMUs eficientes e semelhantes, a DMU

4 seria comparada com a DMU 1, com a DMU 2 ou com a combinação de ambas, não se levando em conta a DMU 3.

A DEA também permite definir uma orientação a ser escolhida na avaliação de suas variáveis, como pode ser visto no Gráfico 1. Uma medida sob a ótica do *input* busca minimizar a utilização de recursos sem que o valor do produto se reduza. Simetricamente, pela ótica do *output*, a medida busca maximizar os produtos sem incrementar a quantidade dos *inputs* utilizados, permitindo, desse modo, estabelecer o objetivo do estudo (Estellita-Lins; Meza, 2000; Gonçalves, 2001).

Gráfico 1



FONTE: Adaptado de CHARNES, A.; COOPER W. W.; RODHES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operatinal Research**, Amsterdam, North-Holland, v. 2, p. 429-444, 1978.

A DEA possibilita às DMUs ineficientes determinarem seus alvos, ou seja, quais os ajustes conjuntos que deveriam ser administrados em cada um dos *inputs* e *outputs* considerados, quando comparados com os valores eficientes de seus pares eficientes, os quais lhes permitiriam atingir a fronteira de eficiência.<sup>2</sup>

## 1.2 - Modelo DEA-BCC

O modelo BBC, também denominado Retorno Variável de Escala (VRS) — Variable Return to Scale —, diferencia-se do modelo CCR porque considera a possibilidade de rendimentos crescentes ou decrescentes de escala, assegurando pares de referências em escalas similares a uma DMU, o que não acontece na DEA-CCR. No Gráfico 2, são correlacionadas as fronteiras CRS e VRS, e pode ser observado que a eficiência das DMUs na fronteira VSR é menor ou igual à da fronteira CRS (Banker; Charnes; Cooper, 1984). A igualdade ocorrerá somente na interseção das duas fronteiras, no exemplo citado, o ponto será na DMU D.<sup>3</sup>

A flexibilidade total dos pesos foi e é considerada uma das maiores vantagens da DEA (Estellita-Lins; Meza, 2000; Dyson et al., 2001). Essa flexibilidade possibilita identificar as DMUs que possuem uma baixa performance com seu próprio conjunto de pesos, o que as classifica como ineficientes. Como consequência disso, por não haver prioridades estabelecidas para os *inputs* e *outputs* analisados, o gestor dessa DMU ineficiente não pode justificar desinformação sobre a importância que a gerência geral fornece a certos *inputs* e *outputs*. Alguns pesquisadores têm criticado essa flexibilidade por vários motivos, admitindo restrições adicionais. Essa nova formulação determinará uma eficiência menor ou igual àquela obtida pelo modelo original, assim como serão alteradas as interpretações dos resultados quanto ao escore de eficiência, aos alvos e ao conjunto de referência.<sup>4</sup>

---

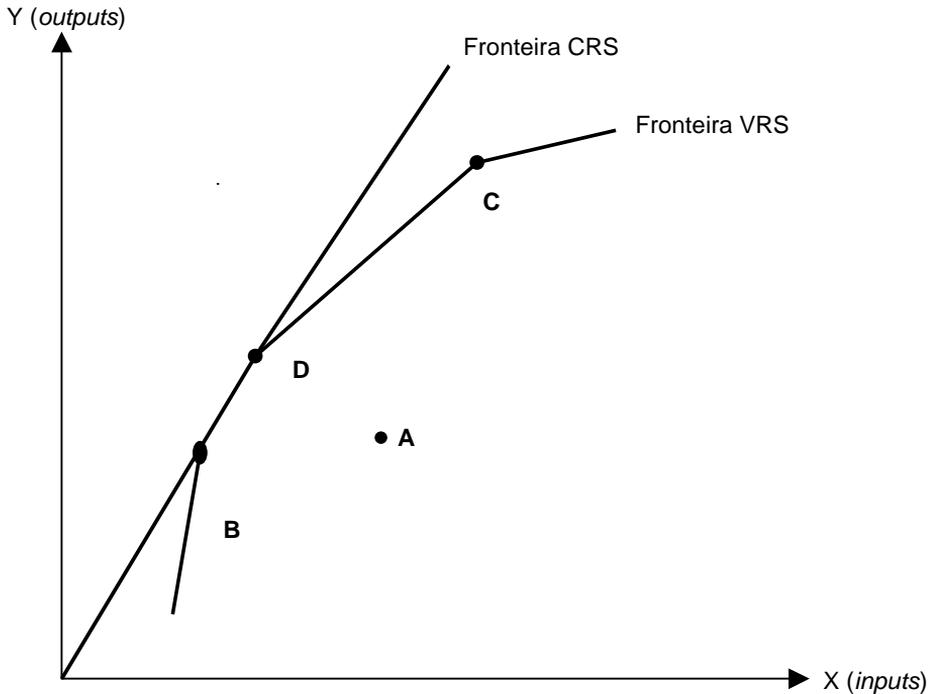
<sup>2</sup> Ver Cooper e Tone (1997), Thanassoulis, Boussofiani e Dyson (1996), Hollingsworth e Parkin (1998), Façanha e Marinho (2001a; 2001b), Gonçalves e Noronha (2001) e Talluri (2000).

<sup>3</sup> Ver Banker, Chang e Cooper (1996), Estellita-Lins e Meza (2000), Dyson et al. (2001) e Façanha e Marinho (2001a).

<sup>4</sup> Para maiores detalhes sobre esse ponto, ver Allen et al. (1997), Estellita-Lins e Meza (2000), Dyson et al. (2001), Dyson e Thanassoulis (1998), Thompson e Lanmeier (1990), Wong e Beasley (1990) e Talluri (2000).

Gráfico 2

## Relação entre fronteiras CRS e VRS



FONTE: Adaptado de BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, Providence, R. I., etc., Institute of Management Sciences, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, Sept 1984.

### 1.3 - Complexidade e características da DEA

Conforme Charnes, Cooper e Rhodes (1978), "(...) DEA é computacionalmente intensivo". Para sua resolução, o número de problemas de programação linear corresponderá ao número de DMUs estudadas, e o número de restrições equivalerá ao número de variáveis envolvidas, ou seja, à soma do

número de *outputs* com os *inputs*. Em razão disso, vários *softwares* foram desenvolvidos e facilitam sobremaneira os cálculos necessários.

Resumidamente, as características da DEA são as seguintes: não exige a conversão das variáveis analisadas em unidades monetárias, ao contrário dos métodos baseados em avaliação puramente econômica, entretanto não as rejeita; permite a avaliação de variáveis em unidades de medidas diferentes; caracteriza cada DMU como eficiente ou ineficiente através de uma única medida resumo de eficiência; os índices de eficiência são baseados em dados reais e não em fórmulas teóricas; possibilita a observação de unidades eficientes de referência para aquelas assinaladas como ineficientes e a verificação de valores ótimos de produção e de consumo respeitando suas restrições; não faz julgamentos *a priori* sobre os valores das ponderações dos *inputs* e dos *outputs* que levariam ao melhor nível de eficiência; enfatiza preferencialmente as observações individuais e não os valores médios ou estatisticamente estimados; e, por fim, pode considerar variáveis de preferência de avaliadores e gestores (Charnes; Cooper; Rhodes, 1978; Marinho, 1998; Estellita-Lins; Meza, 2000; Kleinsorge; Karnay 1992).

Como desvantagem, a DEA não incorpora erros estocásticos, e, em virtude disso, a fronteira de eficiência está suscetível a erros de medida e é impossível estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis (Marinho, 1998). Em razão de ser um método não paramétrico, há dificuldade em submeter seus resultados a testes estatísticos, e seus resultados são específicos para o conjunto referido. É um excelente método para análise de eficiência relativa, porém é limitada sua conversão para eficiência absoluta (Bhat; Verma; Reuben, 2001).

## 2 - Aplicação da Análise Envoltória de Dados

Para iniciar uma avaliação pelo método DEA, são necessárias três fases principais na sua implementação, conforme descrito a seguir. A primeira fase consiste na determinação do conjunto de DMUs homogêneas a serem analisadas. Essas DMUs devem realizar as mesmas tarefas com os mesmos propósitos e objetivos e trabalhar nas mesmas condições de mercado. Além disso, as variáveis a serem utilizadas para calcular os indicadores de eficiência devem ser as mesmas, embora possam diferir em magnitude (Kleinsorge; Karney, 1992; Estellita-Lins; Meza, 2000).

A segunda fase compreende as seleções das variáveis, *inputs* e *outputs*, relevantes e apropriadas para analisar a eficiência relativa das DMUs já

selecionadas. Indica-se que o número de DMUs a serem analisadas deverá ser o dobro do número de variáveis do modelo. É importante manter o modelo a ser estudado o mais compacto possível, porque isso possibilita maximizar o poder discriminatório da DEA (Kleinsorge; Karney, 1992; Cooper; Tone, 1997; Estellita-Lins; Meza, 2000; Dyson *et al.*, 2001).

Dyson *et al.* (2001) enumera quatro características para o conjunto de *inputs* e *outputs* selecionados: abranger toda a extensão dos recursos utilizados, capturar todos os níveis e medidas de *performance*, ser o conjunto de fatores comuns a todas as unidades, e as variações ambientais, se existirem, devem ser capturadas.

As variáveis poderão ser selecionadas utilizando a opinião do interessado e/ou do especialista. Para essa seleção, deve ser considerado se a variável reflete a informação necessária, que não estaria incluída em outra variável; se ela está relacionando ou contribuindo para um ou mais objetivos da aplicação; se seus dados são confiáveis e seguros e explicam eficiência da DMU (Estellita-Lins; Meza, 2000).

Sendo a Unimed uma cooperativa gerenciada por médicos e que tem por finalidade prestar assistência, os *inputs* escolhidos foram os seguintes: número total de beneficiários (BT), que representa a possível população de clientes para os médicos associados; número de médicos cooperados (CoT), que mostra a oferta de recursos humanos especializados de cada unidade; número de funcionários contratados em cada unidade (FT), que identifica os recursos humanos responsáveis pela parte operacional e administrativa de cada cooperativa, estando esta associada a outras atividades, assistenciais ou não; e recursos financeiros totais (RFT), que demonstram a capacidade financeira que cada unidade tem para gerenciar os custos e investir na assistência a ser prestada.

Os *outputs* escolhidos são: valor total da produção médica (PrCo), que reflete diretamente os honorários recebidos pelos profissionais pelos procedimentos realizados; sobras disponíveis para a assembleia geral ordinária (AGO), doravante denominadas SAGO, que são os valores resultantes ao final do período, sendo estes representados por sobras de capital ou por prejuízo acumulado, e cuja decisão sobre a sua destinação é feita em AGO de caráter estatutário.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Os dados foram obtidos junto à Federação das Unimeds, e cada singular (DMU) foi repassada aos autores do presente trabalho de forma codificada. Quatro DMUs do ano de 2001 foram excluídas do estudo, sendo elas U6, U10, U11 e U18, pois seus dados se encontravam incompletos.

É importante comentar que um número maior de beneficiários em uma singular (DMU) poderia significar uma necessidade de maior complexidade para o seu atendimento, conseqüentemente no custo da assistência, ao mesmo tempo em que poderia influir em ambos os valores finais dos *outputs*. Não foram considerados os tipos de procedimentos realizados pelos médicos, porque eles são numerosos e possuem valor e complexidade diferenciados, o que dificultaria uma análise global. Além disso, os valores de referência para pagamento de procedimentos não são iguais entre as singulares. Entretanto essa diferenciação seria eclipsada pelo *output* PrCo, o qual representa o valor recebido pelos médicos associados dentro de cada unidade, podendo indicar uma maior eficiência para aquela que paga um valor de referência maior.

A terceira fase é a aplicação do modelo DEA. Nessa fase, escolhe-se a orientação do modelo pela ótica do *input* ou do *output*, apesar de Charnes, Cooper e Rhodes (1978) referirem que o modelo CCR é invariante na orientação escolhida. Seguiu-se a orientação do *output* porque o propósito não é o de diminuir o número de nenhum dos *inputs*, mas atingir uma maior produtividade dentro do conjunto, produtividade esta caracterizada por um maior valor de honorários recebidos pelos cooperados e pelo maior lucro nas cooperativas. Admitiu-se total flexibilidade nos pesos, por não ser possível identificar variáveis mais ou menos importantes dentro do sistema.

Por fim, escolhe-se o modelo de DEA, CRS ou VRS, a ser utilizado no estudo. No presente modelo, escolheu-se o CCR por três razões: (a) supõe-se que todas as DMUs estão operando em escala ótima; (b) a maior possibilidade de discriminação para um melhor ordenamento no *ranking* pretendido; e (c) a possibilidade de explicitar, conforme já assinalado por Marinho (2001), situações de desequilíbrio no longo prazo.

Para a aplicação da DEA propriamente dito, foi utilizado o *software* EMS.1.3.0, de uso exclusivamente acadêmico, o qual funciona em ambiente Windows, com ingresso de dados através do Excel (Scheell, 2000).

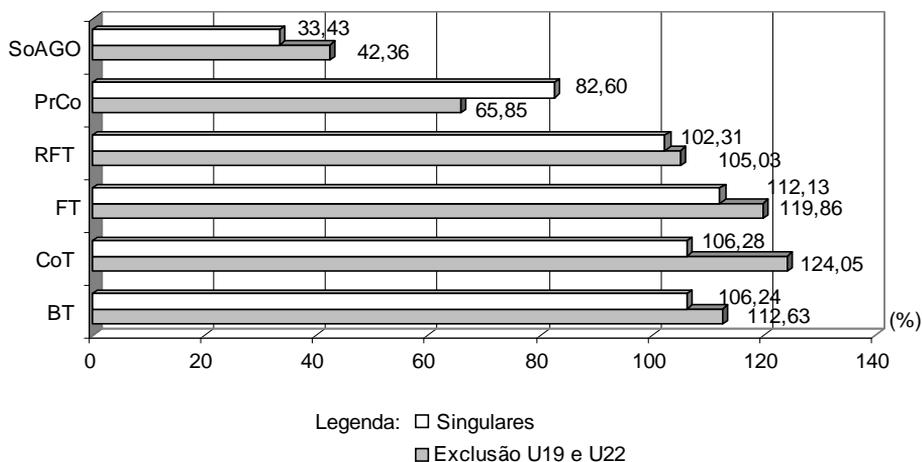
### 3 - Análise dos resultados

Os escores anuais obtidos em cada DMU estão representados no Gráfico 3 e, com o respectivo *ranking*, estão assinalados na Tabela 1. Como pode ser observado, houve 34 DMUs eficientes nos três anos, número este representado por 19 DMUs de todo o conjunto e, dentre estas, sete demonstraram-se eficientes nos três períodos estudados, as quais são U2, U13, U22,

U23, U27, U29 e U31. Outras duas, U4 e U19, sempre se apresentaram com escore acima de 90%, significando que 30% das singulares operavam próximo à eficiência máxima. Em contrapartida, oito DMUs, U1, U7, U8, U14, U16, U17, U20 e U28, sempre apresentaram um escore de eficiência abaixo de 90%, o que corresponde a 26,6% do número de singulares. Analisando-se sob o ponto de vista do *ranking*, houve muitas variações nos períodos, porém percebeu-se, como era de se esperar, que apenas as DMUs eficientes em todos os anos figuravam sempre entre 10 singulares mais eficientes e, inversamente, cinco DMUs, U7, U8, U14, U20 e U28, sempre figuraram entre as 10 unidades com piores desempenhos.

Gráfico 3

Média percentuais de efetivas ótimas de todas as DMUs da Federação e após a exclusão de U19 e U22 — 1999-01



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Unimed-RS.

Tabela 1

Escores obtidos com a DEA-CCR e respectivo *ranking* anual  
no RS — 1999-01

a) 1999

COLOCAÇÃO NO RANKING	DMU (1)	ESCORE (%)	COLOCAÇÃO NO RANKING	DMU (1)	ESCORE (%)
1°	U2	100,00	16°	U19	93,42
1°	U3	100,00	17°	U16	89,81
1°	U4	100,00	18°	U5	89,81
1°	U6	100,00	19°	U30	83,77
1°	U9	100,00	20°	U25	83,29
1°	U13	100,00	21°	U14	79,93
1°	U18	100,00	22°	U17	79,43
1°	U21	100,00	23°	U15	73,59
1°	U22	100,00	24°	U7	71,09
1°	U23	100,00	25°	U28	71,02
1°	U27	100,00	26°	U11	70,61
1°	U29	100,00	27°	U1	67,43
1°	U31	100,00	28°	U8	64,44
14°	U26	97,87	29°	U10	35,50
15°	U24	95,62	30°	U20	7,93

Tabela 1

Escores obtidos com a DEA-CCR e respectivo *ranking* anual  
no RS — 1999-01

b) 2000

COLOCAÇÃO NO RANKING	DMU (1)	ESCORE (%)	COLOCAÇÃO NO RANKING	DMU (1)	ESCORE (%)
1°	U2	100,00	16°	U4	97,30
1°	U5	100,00	17°	U18	94,27
1°	U10	100,00	18°	U30	92,25
1°	U11	100,00	19°	U3	88,14
1°	U13	100,00	20°	U20	85,06
1°	U15	100,00	21°	U16	82,58
1°	U21	100,00	22°	U6	82,11
1°	U22	100,00	23°	U17	80,21
1°	U23	100,00	24°	U14	75,20
1°	U26	100,00	25°	U9	71,76
1°	U27	100,00	26°	U25	71,57
1°	U29	100,00	27°	U28	71,45
1°	U31	100,00	28°	U1	66,79
14°	U24	99,58	29°	U7	62,76
15°	U19	98,89	30°	U8	61,57

Tabela 1

Escores obtidos com a DEA-CCR e respectivo *ranking* anual  
no RS — 1999-01

c) 2001

COLOCAÇÃO NO RANKING	DMU (1)	ESCORE (%)	COLOCAÇÃO NO RANKING	DMU (1)	ESCORE (%)
1°	U2	100,00	16°	U1	69,31
1°	U13	100,00	17°	U8	43,76
1°	U19	100,00	18°	U21	33,15
1°	U22	100,00	19°	U3	17,83
1°	U23	100,00	20°	U9	15,22
1°	U27	100,00	21°	U20	13,21
1°	U29	100,00	22°	U26	8,95
1°	U31	100,00	23°	U7	6,28
9°	U5	99,92	24°	U14	5,73
10°	U4	99,74	25°	U16	4,49
11°	U25	92,03	26°	U28	4,33
12°	U17	84,96		U6	(2)-
13°	U30	81,89		U10	(2)-
14°	U24	80,72		U11	(2)-
15°	U15	70,00		U18	(2)-

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Unimed-RS.

(1) Unidade tomadora de decisão. (2) DMU não avaliada.

Como não foi possível discriminar no *ranking* as múltiplas DMUs eficientes, pode-se lançar mão do procedimento de Andersen e Petersen (1993), também conhecido como método AP, para realizar a classificação das mesmas. Esse método é ainda denominado índice de supereficiência e consiste em comparar somente as DMUs eficientes, permitindo que atinjam escores superiores a 100%, sem alterar os valores e a ordenação das DMUs ineficientes. Resumidamente, esse modelo retira a DMU em estudo do conjunto de referência, e uma nova medida de distância é calculada. Os resultados obtidos pelo método AP geraram o *ranking* complementar da Tabela 2. É importante assinalar que os três períodos mostraram algumas variações entre as DMUs eficientes.

Tabela 2

Escores e *ranking* anual obtidos pelas DMUs eficientes com uso do modelo Andersen-Petersen no RS — 1999-01

COLOCAÇÃO NO RANKING	1999		2000		2001	
	DMU (1)	Escore (%)	DMU (1)	Escore (%)	DMU (1)	Escore (%)
1º	U9	185,77	U10	165,78	U23	191,96
2º	U21	139,24	U31	130,64	U29	178,43
3º	U31	121,53	U2	125,23	U22	146,72
4º	U2	120,34	U27	124,22	U27	113,97
5º	U4	118,58	U5	116,78	U19	112,11
6º	U23	113,16	U22	115,86	U13	105,54
7º	U22	112,63	U15	115,16	U2	105,13
8º	U27	110,56	U21	111,79	U31	103,88
9º	U18	105,62	U13	110,12	-	-
10º	U29	104,45	U29	106,04	-	-
11º	U3	104,25	U23	103,76	-	-
12º	U13	103,55	U11	102,42	-	-
13º	U6	100,13	U26	102,02	-	-

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Unimed-RS.

(1) Unidade tomadora de decisão.

A Tabela 3 resume a freqüência dos escores de eficiência agrupados por intervalo nos três anos estudados (1999, 2000 e 2001) e nela pode ser observado que mais da metade das DMUs avaliadas apresentou um escore superior a 90%, e quase 40% apresentou um desempenho eficiente.

Tabela 3

Freqüência dos escores de eficiência, agrupados por intervalos, no RS — 1999-01

INTERVALOS DOS ESCORES	FREQÜÊNCIA (%)
Igual a 100 .....	39
Entre 90 e 99 .....	13
Entre 80 e 89 .....	14
Entre 70 e 79 .....	13
Entre 60 e 69 .....	7
Menor que 60 .....	14

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Unimed-RS.

### 3.1 - *Benchmarking*

*Benchmarking* é a mensuração de uma organização em relação a alguma meta. As unidades, ao realizarem o *benchmarking*, podem avaliar seu próprio nível de desempenho e estabelecer metas de desempenho realistas e, a partir daí, detectar novas idéias e práticas, estimular a criatividade e a inovação do desempenho e implantar melhorias em toda a organização (Jonhston; Clark, 2001).

Dentro desse conceito, uma importante possibilidade da DEA é formar o conjunto de referência de uma DMU ineficiente, isto é, a combinação linear que projeta uma DMU ineficiente para a fronteira de eficiência (Marinho, 1998). Isso permite ao gestor identificar as DMUs eficientes que servem de modelo para a obtenção de uma maior eficiência produtiva. A identificação das DMUs similares, portanto, possibilita ao gestor uma importante ferramenta de *benchmarking*.

Os pares eficientes do conjunto de referência são mostrados no Quadro 1. Nesse quadro, foram excluídas as DMUs que sempre foram eficientes, U2, U13, U22, U23, U27, U29 e U31; e as DMUs que, em algum período, se classificaram como unidade eficiente, foram assinaladas, na coluna respectiva, com a letra E.

Observando o Quadro 1, pode-se avaliar também a freqüência das DMUs eficientes no conjunto de referência, ou seja, as DMUs que mais vezes servem de modelo para as unidades ineficientes. Nesse sentido, pode se dizer que as DMUs U2, U22, U23, U31 e U27, pela ordem, destacam-se como os pares de referência mais freqüentes para as singulares ineficientes, correspondendo a 68,8% da freqüência do total do conjunto de referência (**Anexo**).

Finalmente, a DEA oferece uma importante possibilidade de projetar as unidades ineficientes para a fronteira de eficiência, mostrando os valores ótimos de produção e de consumo das mesmas. Esses níveis permitem ao gestor planejar metas a serem desenvolvidas pela DMU, conjuntamente com a observação de seu par referencial, a fim de encaminhá-la para a fronteira da eficiência. Os valores efetivos para cada ano analisado, juntamente com os valores ótimos para as DMUs ineficientes, são demonstrados, respectivamente, no **Anexo**. Evitou-se colocar os dados das DMUs eficientes, visto que, conceitualmente, ao atingirem uma eficiência relativa, alcançaram seus valores ótimos.

Quadro 1

Conjunto de referência para cada DMU, por período, no RS — 1999-01

DMUs	1999	2000	2001
U1	U2, U18, U22, U31	U2, U26, U29	U2, U19, U22
U3	E (1)	U10, U23, U27, U31	U2, U13, U23
U4	E (1)	U10, U22, U27, U31	U2, U22, U23
U5	U2	E (1)	U2, U23
U6	E (1)	U10, U27, U31	-
U7	U2, U18, U22	U2, U23, U27	U22
U8	U2, U18, U29, U31	U2, U15, U29, U31	U2, U13, U22
U9	E (1)	U2, U27, U29	U23, U29
U10	U3, U21, U22	E (1)	-
U11	U9, U21	E (1)	-
U14	U2, U23, U27, U31	U2, U27, U29	U2, U13
U15	U21, U22	E (1)	U22, U29
U16	U2, U22	U10, U15, U21	U22
U17	U2, U13, U22, U31	U21, U22, U31	U22, U23, U29
U18	E (1)	U2, U15, U29, U31	-
U19	U23, U27, U31	U27, U31	E (1)
U20	U21, U22	U10, U15, U21	U22, U23, U29
U21	E (1)	E (1)	U22, U23, U29
U24	U3, U4, U22, U27, U31	U15, U22, U31	U2, U13, U22
U25	U3, U4, U9, U18, U21	U2, U10, U15, U26	U2, U22, U23
U26	U3, U9, U18, U20	E (1)	U2, U23
U28	U3, U9, U23	U10, U23, U27	U2, U13
U30	U2, U27, U30	U2, U23, U27	U2, U19, U23

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Unimed-RS.

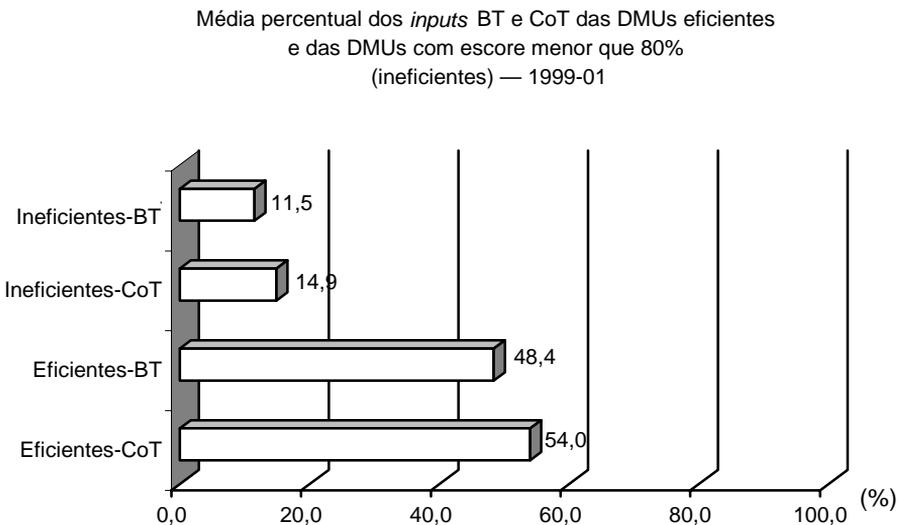
(1) Refere-se à eficiência no período.

Realizando-se uma análise dos valores agregados do Sistema Unimed do Rio Grande do Sul, como mostrado no Gráfico 3, vê-se que todo o sistema opera, nos três anos estudados, com um valor médio aproximadamente 6% superior ao valor ótimo de beneficiários e médicos e 12% ao do total de funcionários contratados. Quanto aos recursos financeiros totais, seus valores efetivos superaram em apenas 2,3% os valores ótimos calculados. Ainda no mesmo Gráfico 3, é possível notar que os cooperados só receberam, em média, 82,6% da produção ótima, e, em relação aos lucros a serem distri-

buídos ao final de cada ano, houve ampla variação nos períodos, porém com uma média de 33,4% do valor ótimo. Excluindo-se U19 e U22, porque ambas respondiam por cerca da metade dos *inputs* BT, CoT e RFT de todo o conjunto, além de por um terço do *input* FT, observa-se que as demais unidades operam com valor efetivo superior ao valor ótimo em 12% do total de beneficiários, 24% do de cooperados, 19,8% do de funcionários e 5% em relação aos recursos financeiros totais, além de com, aproximadamente, dois terços da capacidade ótima de produção médica e menos da metade das sobras.

Outro resultado de importante significado é dado pelo Gráfico 4, onde são resumidos e confrontados os dados da Tabela 1 do **Anexo** com os escores da Tabela 1 do texto. Eles mostram que as singulares eficientes prestam serviços, em média, a 54% dos médicos e a 48,4% dos beneficiários, e as unidades com escore de eficiência inferior a 80% realizam cobertura a, respectivamente, 15% e 11,5% destes.

Gráfico 4



FONTE DOS DADOS BRUTOS: Unimed-RS.

## 4 - Comentários finais

A afirmativa já assinalada por Façanha e Marinho (2001b) de que a “(...) DEA é uma técnica que possibilita análises flexíveis e estruturadas de eficiência comparativa de organizações complexas” mostrou-se válida e importante neste exercício de avaliação das UnimedS do Rio Grande do Sul, integrante de um grande sistema cooperativo de trabalho médico em nível nacional.

A metodologia do DEA, como demonstrado, permitiu a obtenção de escores para cada DMU sob análise. O escore anual calculado para cada DMU pela DEA mostrou que aproximadamente metade das unidades operou com valores eficientes ou muito próximos da eficiência.

A criação de um *ranking* pela DEA, através da observação da melhor prática entre as DMUs sob análise, mostrou haver variações importantes entre as DMUs nos três anos. Isso permite afirmar que a produtividade é um processo dinâmico, e a gestão de uma unidade deverá ser flexível e atenta para a tomada de decisão para correções de rumos e metas a serem atingidas pela organização. Essa classificação obviamente não é única e nem definitiva, pois ela depende das variáveis que cada gestor pretende estudar e da importância que é atribuída a cada uma.

A DEA também identificou os valores de produção ótimos para cada *input* e *output*, indicando ao gestor das DMUs ineficientes os valores-alvo que poderiam ser alcançados para atingir a fronteira de eficiência. Além disso, possibilitou, como esperado, identificar as unidades de referência, as quais foram representadas, nesse modelo, pelas singulares U2, U22, U23, U31 e U27 em 68,8% da frequência total. Isso autorizaria seu uso como ferramenta de *benchmarking* para essas DMUs ineficientes, procurando definir estratégias e linhas de ação para torná-las eficientes.

Em relação à Federação, a DEA identificou os valores ótimos de operacionalização de todo o sistema. Os valores efetivos dos *inputs* foram pouco superiores aos valores ótimos calculados, entretanto os *outputs* atingiram apenas 82,6% da produção para cada cooperado e aproximadamente um terço dos lucros ótimos calculados. Esses valores modificaram-se de forma importante quando foram excluídas as DMUs U19 e U22, responsáveis por quase metade dos insumos do conjunto das unidades. Os *inputs* excederam os níveis ótimos em 5% dos recursos financeiros, 12,6% do número de beneficiários, 19,9% do número de funcionários total e 24% do médicos cooperados, além de os *outputs* atingirem pouco mais de dois terços da produção ótima e 42,3% das sobras ao final do período. Além disso, pode ser visto

que um importante contingente de médicos (54%) e beneficiários (48,4%) é assistido pelas singulares eficientes.

Deve ser enfatizado que a DEA não é uma arma prescritiva, mas, primariamente, uma ferramenta diagnóstica, procurando determinar estratégias para tornar eficiente uma DMU ineficiente. Resumido por Talluri (2000), "(...) a DEA é uma ferramenta analítica dinâmica que não produz apenas um alerta para a eficiência de uma DMU comparada com seu grupo, mas também indica a possibilidade de aumentar a eficiência relativa". Seus resultados são mais ilustrativos que definitivos. Um escore baixo deve servir de alerta para uma análise aprofundada da situação da unidade. Nessa análise, as unidades de referência podem ser muito úteis para identificar os reais motivos de sua baixa eficiência relativa e para adotar ações estratégicas para melhorar sua posição.

## Anexo

Tabela 1

Valores efetivos dos *inputs* e *outputs* de todas as DMUs — 1999-01

PERÍODOS E DMUs	BT (1)	COT (2)	FT (3)	RFT (4) (R\$ 1 000)	PRCO (5) (R\$ 1 000)	SAGO (R\$ 1 000)
<b>1999</b>						
U1	8 190	61	9	2 454	875	-8,5
U2	10 050	69	9	2 287	1 341	30
U3	11 360	115	20	5 636	2 575	153
U4	3 575	42	5	1 949	811	59
U5	20 500	170	19	3 517	1 846	-9
U6	12 366	128	30	8 424	2 850	309
U7	25 000	188	52	6 723	2 660	-17
U8	19 984	131	44	7 904	2 355	2
U9	21 950	186	60	12 320	3 786	904
U10	10 710	166	16	6 303	1 034	23
U11	1 205	36	8	1 180	290	5
U13	46 550	307	43	20 357	8 811	87
U14	11 799	31	7	1 612	587	59
U15	5 798	108	15	3 104	1 107	-96
U16	12 054	258	27	4 735	2 178	0
U17	18 490	142	28	9 236	3 201	77
U18	18 207	196	56	11 815	5 247	189
U19	218 412	859	236	111 452	34 341	1 743
U20	26 256	854	100	16 696	620	0
U21	19 331	508	27	15 896	7 149	0,9
U22	360 448	4 624	330	187 790	91 492	0
U23	17 277	87	23	4 818	2 078	295
U24	4 479	51	6	2 429	1 032	37
U25	59 794	769	111	35 266	12 695	663
U26	7 551	116	17	5 010	2 164	72
U27	87 183	454	100	42 098	16 784	665
U28	8 874	92	24	4 132	1 272	109
U29	24 000	124	120	12 840	5 227	132
U30	14 304	90	19	4 835	1 940	31
U31	57 965	370	150	37 512	14 932	760
Mediano	17 742	137	27	6 513	2 267	59
Mínimo	1 205	31	0	1 180	290	-96
Máximo	360 448	4 624	330	187 790	91 492	1 743

(continua)

Tabela 1

Valores efetivos dos *inputs* e *outputs* de todas  
as DMUs — 1999-01

PERÍODOS E DMUs	BT (1)	COT (2)	FT (3)	RFT (4) (R\$ 1 000)	PRCO (5) (R\$ 1 000)	SAGO (R\$ 1 000)
<b>2000</b>						
U1	16 012	84	19	4 375	1 378	30
U2	10 972	73	9	2 288	1 357	70
U3	13 544	126	25	6 471	2 258	287
U4	3 801	41	6	2 154	803	79
U5	14 606	193	20	3 788	1 848	371
U6	11 865	134	25	8 251	2 133	293
U7	28 653	177	57	7 213	2 288	158
U8	20 074	130	49	7 136	2 039	0
U9	57 022	212	60	13 324	4 210	183
U10	11 766	174	21	5 474	2 166	496
U11	1 113	48	12	1 542	397	0
U13	46 032	318	44	22 220	8 922	270
U14	13 125	36	7	1 630	612	3
U15	7 695	108	14	3 128	1 664	-77
U16	12 040	260	57	6 161	2 296	59
U17	13 842	145	31	10 920	3 174	0
U18	29 099	190	58	12 195	5 001	173
U19	239 074	970	313	126 628	42 398	0
U20	26 289	875	93	18 407	6 305	177
U21	17 461	557	55	15 950	6 085	14
U22	297 796	4 916	407	225 442	89 682	296
U23	11 428	87	22	4 444	1 900	207
U24	3 981	50	8	2 705	1 085	0
U25	91 267	1 023	150	38 366	12 905	387
U26	10 388	118	16	5 801	2 429	110
U27	89 804	467	108	46 066	17 545	1 047
U28	15 891	93	31	4 530	1 317	170
U29	25 935	136	208	14 309	5 678	177
U30	14 160	92	17	4 358	1 901	134
U31	57 283	369	139	43 261	15 747	741
Mediano	15 249	141	31	6 804	2 273	164
Mínimo	1 113	36	6	1 542	397	-77
Máximo	297 796	4 916	407	225 442	89 682	1 047

(continua)

Tabela 1

Valores efetivos dos *inputs* e *outputs* de todas as DMUs — 1999-01

PERÍODOS E DMUs	BT (1)	COT (2)	FT (3)	RFT (4) (R\$ 1 000)	PRCO (5) (R\$ 1 000)	SAGO (R\$ 1 000)
<b>2001</b>						
U1	13 796	70	16	6 989	1 638	3
U2	11 066	72	9	2 966	1 635	19
U3	21 292	126	29	5 977	538	31
U4	3 993	45	7	2 503	888	68
U5	16 565	180	20	5 400	2 489	216
U7	23 229	210	50	5 624	196	-870
U8	19 701	136	54	5 889	1 375	-31
U9	54 414	178	70	9 874	558	178
U13	45 418	359	77	24 020	10 226	255
U14	13 579	32	7	1 470	44	0
U15	7 439	109	13	4 254	1 547	-75
U16	15 983	256	63	5 988	149	-197
U17	14 878	150	35	10 937	2 876	267
U19	250 724	906	340	143 926	41 596	1 283
U20	25 939	855	96	15 357	844	90
U21	20 035	552	58	12 123	1 698	102
U22	365 795	5 302	360	198 500	110 068	-6 957
U23	11 892	86	28	3 913	1 955	536
U24	3 662	50	8	1 926	850	-320
U25	84 298	864	170	34 113	16 805	906
U26	16 922	124	16	7 703	176	16
U27	90 619	498	114	51 048	2 720	2 488
U28	14 902	86	34	4 248	91	-452
U29	26 906	155	197	19 848	6 262	1 724
U30	16 642	97	17	5 366	1 864	123
U31	59 014	370	219	60 663	13 263	651
Mediano	16 817	143	35	5 983	1 591	49
Mínimo	3 662	32	7	1 470	44	-6 957
Máximo	365 795	5 302	360	198 500	110 068	2 488

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Unimed-RS.

(1) Número total de beneficiários. (2) Número de médicos cooperados. (3) Número de funcionários contratados pela cooperativa. (4) Produção gerada pelos cooperados. (5) Recursos financeiros totais.

Tabela 2

Valores ótimos dos *inputs* e *outputs* de todas as DMUs — 1999-01

PERÍODOS E DMUs	BT (1)	COT (2)	FT (3)	RFT (4) (R\$ 1 000)	PRCO (5) (R\$ 1 000)	SAGO (R\$ 1 000)
<b>1999</b>						
U1	4 794	61	5	2 454	2 015	0
U5	20 500	170	19	3 517	1 846	-9
U7	17 021	188	19	6 723	5 935	0
U8	14 083	119	38	7 904	4 784	582
U10	5 940	51	16	3 331	2 069	263
U11	1 205	18	3	784	579	38
U14	5 229	30	7	1 612	1 277	148
U15	5 798	108	15	3 104	1 107	-96
U16	12 054	97	18	4 735	4 357	161
U17	16 005	142	28	8 527	6 401	425
U19	218 412	859	236	111 452	34 341	1 743
U20	26 256	222	72	14 737	5 149	1 082
U24	4 479	51	6	2 422	2 065	95
U25	59 794	661	111	33 413	25 389	2 124
U26	7 551	115	17	5 010	4 327	163
U28	7 398	62	20	4 132	2 545	412
U30	12 406	90	19	4 835	3 880	278
<b>2000</b>						
U1	7 330	84	12	3 532	2 756	261
U3	13 174	126	19	6 471	4 764	624
U4	3 801	41	6	2 154	1 606	168
U6	11 865	134	24	6 960	4 768	648
U7	15 022	177	24	7 213	5 107	648
U8	10 881	130	18	5 216	4 079	360
U9	26 685	212	37	13 324	9 337	727
U14	3 248	36	5	1 571	1 224	102
U16	12 040	191	26	6 024	4 592	547
U17	13 842	145	29	8 442	6 349	375

(continua)

Tabela 2

Valores ótimos dos *inputs* e *outputs* de todas as DMUs — 1999-01

PERÍODOS E DMUs	BT (1)	COT (2)	FT (3)	RFT (4) (R\$ 1 000)	PRCO (5) (R\$ 1 000)	SAGO (R\$ 1 000)
U18	28 534	190	46	12 195	10 002	605
U19	23 9074	970	313	126 628	42 398	0
U20	26 289	588	93	18 407	12 610	923
U24	3 981	50	7	2 705	2 169	16
U25	80 655	1 023	134	38 366	27 953	3 247
U28	9 267	93	14	4 530	3 075	421
U30	11 724	92	17	4 358	3 802	331
<b>2001</b>						
U1	10 490	70	16	3 267	3 275	224
U3	14 629	97	29	5 977	2 276	603
U4	3 993	41	7	1 674	1 775	138
U5	16 358	110	20	4 649	4 978	432
U7	10 364	150	10	5 624	3 314	673
U8	16 402	136	16	5 889	4 475	-61
U9	25 969	178	70	9 874	4 978	1 317
U14	3 564	24	7	1 470	459	138
U15	7 439	101	12	4 193	3 731	0
U16	11 623	159	11	5 988	3 469	0
U17	14 878	127	35	5 797	5 753	775
U20	25 939	177	96	11 408	5 590	1 393
U21	20 035	142	58	7 483	5 142	1 047
U24	3 662	50	8	1 926	850	-320
U25	84 298	765	170	32 403	3 3611	3 334
U26	6 795	49	16	2 236	1 294	322
U28	12 472	86	13	4 248	2 203	-417
U30	12 094	82	17	3 525	3 729	346

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Unimed-RS.

(1) Número total de beneficiários. (2) Número de médicos cooperados. (3) Número de funcionários contratados pela cooperativa. (4) Recursos financeiros totais. (5) Produção gerada pelos cooperados.

## Referências

ALLEN, B. et al. Weights restrictions and value judgements in Data Envelopment Analysis: evolution, development and future directions. **Annals of Operations Research**, Basel, Switzerland: Baltzer, v. 73, p. 13-34, Jan 1997.

ANDERSEN, P.; PETERSEN, N. C. A procedure for ranking efficient units in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, Providence, R. I., Institute of Management Sciences, v. 39, n.10, p. 1261-1264, Oct 1993.

BANKER, R. D.; CHANG, H.; COOPER, W. W. Equivalence and implementation of alternative methods for determining returns to scale in data envelopment analysis. **European Journal Operational Research**, Amsterdam, North-Holland, v. 89, p. 473-481, 1996.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, Providence, R. I., etc., Institute of Management Sciences, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, Sept 1984.

BHAT, R.; VERMA, B. B.; REUBEN, E. Methodology note: data envelopment analysis. **Journal of Health Management**, (s. l., s. n.), v. 3, n. 2, p. 309-328, Jul-Dec 2001.

Disponível em: <http://www.iimahad.ernet.in/nrbhat/download/methodology.note.pdf>  
Acesso em 27 jun. 2003.

BOGETOFT, P. DEA-based yardstick competition: the optimality of best practice regulation. **Annals of Operation Research**, Basel, Switzerland: Baltzer, v. 73, p. 277-298, Jan 1997.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, North-Holland, v. 2. p. 429-444, 1978.

COOPER, W. W.; TONE, K. Measures of inefficiency in Data Envelopment Analysis and stochastic frontier estimation. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, North-Holland, v. 99, p. 72-88, 1997.

DYSON, R. G. et al. Pitfalls and protocols in DEA. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, North-Holland, v. 132, p. 245-259, 2001.

DYSON, R. G.; THANASSOULIS, E. Reducing weight flexibility in Data Envelopment Analysis, **Journal of the Operational Research Society**, Amsterdam, North-Holland, v. 39, n. 6, p. 563-576, 1998.

ESTELITA-LINS, M. P. E.; MEZA, L. A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000. 232p.

FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. **Hospitais universitários: avaliação comparativa de eficiência técnica**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001a. (Texto para discussão, n. 805). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br> Acesso em: 25 jun. 2002.

FAÇANHA, L. O.; MARINHO, A. Instituições de Ensino Superior Governamentais e Particulares: avaliação comparativa de eficiência. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, FGV, Escola Brasileira de Administração Pública, v. 6, n. 36, p. 83-105, nov./dez. 2001b.

GONÇALVES, A. C.; NORONHA, C. P. **Eficiência da clínica médica nos hospitais do SUS: metodologia da Análise Envoltória de Dados - DEA**. Rio de Janeiro: Prefeitura Municipal, 2001. (Coleção Estudos da Cidade). p. 83-105.

HOLLINGSWORTH, B.; PARKIN, D. **Developing efficiency measures for use in the NHS**: project number 502073. Newcastle: Health Economics Group. School of Population and Health Science, University of Newcastle, 1998.

JOHNSTON, R.; CLARK, G. Mensuração do desempenho. In: JOHNSTON, R.; CLARK, G. **Administração de operações de serviços**. São Paulo: Atlas, 2001.

KLEINSORGE, I. K.; KARNEY, D. F. Management of nursing homes using Data Envelopment Analysis. **Socio-Economic Planning Sciences**, New York, Pergamon, v. 26, n. 1, p. 57-71, Jan 1992.

KOOREMAN, P. Data Envelopment analysis and parametric frontier estimation: a complementary tools. **Journal of Health Economics**, Amsterdam, NL, North Holland, v. 13, p. 301, 345-346, 1994a.

KOOREMAN, P. Nursing home care em Netherlands: a nonparametric efficiency analysis. **Journal of Health Economics**, Amsterdam, NL, North Holland, v. 13, p. 301-316, 1994b.

MARINHO, A. **Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde nos municípios do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, IPEA, 2001. (Texto para discussão, n. 842). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br> Acesso em: 19 mar. 2003.

MARINHO, A. Estudo de eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de *ranking*. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, FGV, Escola Brasileira de Administração Pública, v. 32, n. 6, p. 145-158, nov./dez. 1998.

NOVAES, L. F. L.; ESTELLITA-LINS, M. P. Modelos de otimização e econométrico: estado da arte na formulação da função de produção. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 32., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa: (s. n.), 2000. p. 1271-1288.

SCHEEL, H. **EMS: efficiency measurement system user's manual**: Version 1.3.0. (S. l.: s. n., 2000). Disponível em: <http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/sem/> Acesso em: 23 abr. 2003.

SHROFF, H. F. E. et al. Siting efficiency of long-term health care facilities. **Socio-Economic Planning Sciences**, New York, Pergamon, v. 32, n. 1, p. 25-43, 1998.

TALLURI, S. Data envelopment analysis: models and extension. **Decision Line**, Atlanta, Ga., US, American Institute For Decision Sciences, v. 31, p. 8-11, May 2000. Disponível em: <http://decisionscience.org/newsletter/vol31/31.3/31.3pom.pdf> Acesso em: 05 jun. 2003.

THANASSOULIS, E.; BOUSSOFIANE, A.; DYSON, R. G. A comparison of data envelopment analysis and a ratio analysis as tools for performance assessment. **Omega International Journal of Management Sciences**, (s. l., s. n.), v. 24, n. 3. p. 229-244, 1996.

THOMPSON, R. G. et al. The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to Kansas farming. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, NL, North-Holland, v. 46, p. 93-108, 1990.

UNIMED DO BRASIL. **Portal Nacional de Saúde**: Federação do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.unimed.com.br/unimed/portal/singulares> Acesso em: 18 abr. 2003.

UNIMED PORTO ALEGRE. **Unimed Brasil**: manual do usuário. Porto Alegre, 2000.

WONG, Y. H. B.; BEASLEY, J. E. Restricting weight flexibility in DEA. **Journal of the Operational Research Society**, Oxford, England; New York, Pergamon, v. 41, p. 829-835, 1990.