

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CONTABILIDADE E ECONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA  
MESTRADO EM ECONOMIA DO DESENVOLVIMENTO

LUCIANO DELFINI ALENCASTRO

**EFICIÊNCIA NA GESTÃO DE RECURSOS EM  
INSTITUIÇÕES PRIVADAS DE ENSINO SUPERIOR:  
Estudo de caso**

Porto Alegre  
Agosto de 2006

LUCIANO DELFINI ALENCASTRO

**EFICIÊNCIA NA GESTÃO DE RECURSOS EM  
INSTITUIÇÕES PRIVADAS DE ENSINO SUPERIOR:  
Estudo de caso**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
-Graduação em Economia da Faculdade de  
Administração, Contabilidade e Economia da  
PUCRS como requisito parcial para obtenção do  
grau de Mestre em Economia.

Orientador: Professor Doutor Adelar Fochezatto

Porto Alegre  
Agosto de 2006

LUCIANO DELFINI ALENCASTRO

**EFICIÊNCIA NA GESTÃO DE RECURSOS EM INSTITUIÇÕES  
PRIVADAS DE ENSINO SUPERIOR:  
Estudo de caso**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Economia no Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 11 de Agosto de 2006.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Adelar Fochezatto (orientador)  
Pontifícia Universidade Católica do Rio  
Grande do Sul  
(PUCRS)

---

Prof. Dr. Augusto Mussi Alvim  
Pontifícia Universidade Católica do Rio  
Grande do Sul  
(PUCRS)

---

Prof. Dr. Valter José Stülp  
Pontifícia Universidade Católica do Rio  
Grande do Sul  
(PUCRS)

---

Prof. Dra. Denise Lindstrom Bandeira  
Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul  
(UFRGS)

Ao meu filho Gabriel, aos meus pais Ana Maria e Bruno (*in memoriam*), à minha irmã Cíntia e minha “madrinha” Tereza Delfini.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço ao meu orientador Adelar Fochezatto pelas críticas e sugestões, que foram fundamentais para a composição deste trabalho.

Agradeço às secretárias Janaína, Angela e Paula, que, de uma forma muito gentil, sempre se solidarizaram com as minhas necessidades.

Agradeço à CAPES, pela Bolsa de Pesquisa.

Por fim, agradeço aos professores e colegas do PPGE-PUCRS, que contribuíram muito para meu aprendizado.

## RESUMO

Nos últimos anos têm sido intensificados os estudos que avaliam as causas do crescimento e desenvolvimento econômico das nações. A percepção da importância da educação neste processo tem motivado o surgimento de novas técnicas que avaliam tanto quantitativamente como qualitativamente os sistemas educacionais. No caso do Brasil um dos interesses da administração pública em relação à educação superior é justamente a inclusão dos jovens no ensino superior. Uma das formas de inclusão pode ser através da redução dos custos do ensino superior privado, tornando as mensalidades mais acessíveis à população, especialmente a de menor renda. A alocação eficiente dos recursos é um caminho para a redução dos custos das instituições. Este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência dos cursos de graduação de uma universidade privada, utilizando a análise envoltória de dados, uma técnica matemática baseada em programação linear, muito utilizada para avaliar a eficiência relativa de unidades administrativas e no setor público. Esta técnica permite uma avaliação nos termos de minimização de insumos, mantendo fixo o nível de produto e/ou maximizar o produto mantendo fixo o nível de insumo. A partir dos resultados é possível elaborar uma curva de eficiência relativa, gerando assim um ranking entre os cursos, indicando os que estão na fronteira de eficiência e aqueles que se encontram abaixo desta fronteira. Neste sentido torna-se possível sugerir soluções para o aumento da eficiência.

**Palavras-chave:** eficiência, educação superior, análise envoltória de dados

## ABSTRACT

In the last years it has been well-known the intensification of studies that evaluate the causes of the growth and economical development of the nations. The perception of the importance of the education in that process has been motivating the appearance of techniques that allow to quantify and to qualify the education systems. Besides, in Brazil one of the concerns is to include those that are out of the education system. An inclusion form in the private universities is to turn the cost of the monthly fees accessible to the population, especially to the one of smaller income. An efficient allocation of the resources can be a road for the reduction of those costs. This work has the objective of evaluating the administrative units of a private university using the data envelopment analysis, this is a mathematical technique based in linear programming and it has been used to evaluate the relative efficiency of public administrative units or private. It allows an evaluation in terms of minimization of inputs, maintaining fixed the level of products, or of maximization of the product, maintaining fixed the level of inputs. Its results make possible the elaboration of a curve of relative efficiency among the most efficient units and the identification of the units that are below this curves, making possible to suggest solutions for the increase of its efficiency. This study makes an empiric analysis of the relative efficiency of degree courses of an university, suggesting various options for its administration.

**Key words:** efficiency; superior education; data envelopment analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução do crescimento de IES, por categoria administrativa, no Brasil — 1997-2002 .....	22
Figura 2 - Evolução do número de vagas nos processos seletivos, por categoria administrativa, no Brasil — 1993-2003 .....	28
Figura 3- Processo de transformação <i>input–output</i> .....	36
Figura 4 - Diferença entre a fronteira estabelecida por DEA e por regressão .....	39
Figura 5 - Medida de eficiência com orientação para o <i>input</i> .....	40
Figura 6 - Medida de eficiência orientada para o <i>output</i> .....	44
Figura 7 - Fronteira de eficiência .....	46
Figura 8 - Modelo DEA final .....	60
Figura 9 - Variação do <i>ranking</i> anual das DMUs — 2000-04 .....	66
Figura 10 - Percentual de eficiência e de ineficiência das DMUs — 2000-04 .....	67
Figura 11 - Frequência dos <i>benchmarkings</i> no conjunto de referência — 2000.....	69
Figura 12 - Frequência dos <i>benchmarkings</i> no conjunto de referência — 2001.....	70
Figura 13 - Frequência dos <i>benchmarkings</i> no conjunto de referência — 2002.....	70
Figura 14 - Frequência dos <i>benchmarkings</i> no conjunto de referência — 2003.....	71
Figura 15 - Frequência dos <i>benchmarkings</i> no conjunto de referência — 2004.....	72
Figura 16 - Frequência dos escores de supereficiência, agrupados por intervalos .....	80

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ranking das DMUs.....	59
Quadro 2 - <i>Benchmarkings</i> das DMUs ineficientes em 2000-02 .....	68
Quadro 3 - <i>Benchmarkings</i> das DMUs ineficientes em 2003-04 .....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Graduação presencial, distribuição percentual do número de inscrições no vestibular, por categoria administrativa, no Brasil —1992-2003 .....	29
Tabela 2 - Evolução da relação candidatos/vagas nos processos seletivos, por categoria administrativa no Brasil — 1993-2003 .....	30
Tabela 3 - Classificação ordinal de eficiência das DMUs — 2000-02 .....	62
Tabela 4 - Classificação ordinal de eficiência das DMUs — 2003-04 .....	63
Tabela 5 - Percentual de eficiência das DMUs e seu desvio padrão — 2000-04 .....	64
Tabela 6 - Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs ineficientes — 2000 .....	73
Tabela 7 - Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs ineficientes — 2001 .....	74
Tabela 8 - Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs ineficientes — 2002 .....	75
Tabela 9 - Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs ineficientes — 2003 .....	76
Tabela 10 - Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs ineficientes — 2004 .....	77
Tabela 11 – Escores de supereficiência das DMUs — 2000-04 .....	79

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1 EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO .....</b>	<b>16</b>
<b>1.1 Aspectos teóricos .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2 A educação no Brasil .....</b>	<b>21</b>
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>32</b>
<b>2.1 A solução orientada para o insumo .....</b>	<b>39</b>
<b>2.2 A técnica orientada para o produto .....</b>	<b>43</b>
<b>2.3 Retornos de escala .....</b>	<b>47</b>
2.3.1 Retornos constantes de escala .....	48
2.3.2 Retornos variáveis de escala .....	50
<b>2.4 Aplicação da DEA .....</b>	<b>52</b>
<b>2.5 O modelo utilizado neste trabalho .....</b>	<b>58</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>3.1 Determinação dos alvos .....</b>	<b>73</b>
<b>3.2 <i>Ranking</i> de desempenho das DMUs eficientes .....</b>	<b>78</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>85</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>91</b>

## INTRODUÇÃO

Se, por um lado, a globalização possibilitou a expansão dos mercados, por outro, ela impulsionou o aumento da concorrência entre as empresas. Dessa forma, o aumento da produtividade mostra-se como elemento fundamental para a permanência das empresas no mercado. O uso da tecnologia tem sido cada vez mais proeminente, a disseminação da informação, através da tecnologia digital, vem, sistematicamente, facilitando a vida dos pesquisadores. Os avanços tecnológicos multiplicam-se numa escala exponencial, enquanto a era pós-moderna avança no sentido da pós-industrialização, tecnologias a dispor dos processos de produção estão cada vez mais recorrentes.

Dessa forma, a educação superior tem sido um fator determinante na geração de produtos e técnicas capazes de elevar os ganhos de produtividade e, conseqüentemente, no crescimento do produto. A gestão da produção de bens e serviços busca o uso eficaz dos recursos através de sua eficiência técnica e alocativa. Assim, o uso da técnica Análise Envoltória de Dados (DEA) —Data Envelopment Analysis — tem sido justificado pelos profissionais da engenharia da produção, da economia e da administração de empresas que almejam aumentar suas receitas através da otimização da produção.

O estoque de capital humano, medido por “nível de instrução”, é constantemente correlacionado com os índices de desempenho das nações. Mortalidade infantil, renda *per capita*, distribuição de renda, expectativa de vida, dentre outros, são variáveis que tendem a variar na medida em que o nível de instrução de uma nação varia.

Nesse sentido, a educação tem sido vista como um ponto estratégico para o desenvolvimento. Cada vez mais, os países buscam avaliar tanto qualitativamente como quantitativamente seus sistemas de ensino. Questões relacionadas à eficiência são

constantemente abordadas por pesquisadores e administradores de instituições públicas e privadas de ensino superior.

A técnica DEA tem sido uma ferramenta bastante utilizada por pesquisadores que buscam estudar a eficiência, sendo que a maioria dos estudos voltados para educação superior que utilizam análise envoltória de dados pertencem à categoria administração pública. Dessa forma, torna-se relevante a utilização do DEA também para universidades privadas, uma vez que, de acordo com o **Censo da Educação Superior 2004** (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2006), existem 1.789 instituições privadas de ensino superior, ou seja, quase 90% do total das instituições de ensino superior (IES), frente a 224 instituições públicas.

Considerando o fato de que a escassez de recursos também afeta as universidades privadas, é essencial que se tenha o melhor aproveitamento dos mesmos, reduzindo, assim, os custos operacionais. Se o resultado líquido do aumento da eficiência técnica for transferido para o consumidor final<sup>1</sup>, que hoje representa 2.985.405 alunos matriculados em universidades privadas<sup>2</sup>, através do barateamento das mensalidades, isso tenderá a aumentar a demanda por cursos de graduação e ajudar a resolver o problema de ociosidade nas vagas dessas instituições, que já chega a 42%.

A evolução do número de candidatos a vaga no ensino superior tem sido discreta, se comparada ao crescimento da oferta de vagas e ao surgimento de novas instituições privadas.

Segundo Garcia (2005), Vice-Reitor da Universidade Anhembi Morumbi:

É possível que no futuro próximo os analistas de mercado venham dizer que 2004 foi o ano em que a “bolha estourou”. Muitas instituições privadas de ensino superior estão passando por uma enorme dificuldade de completar suas vagas, dificuldade bem maior do que aquela observada nos anos anteriores.

---

<sup>1</sup> Alunos matriculados em instituições privadas de ensino superior.

<sup>2</sup> Segundo o Censo da **Educação Superior 2004** (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2006).

De certa forma, os números têm mostrado que a relação candidatos/vaga vem diminuindo nas IES privadas, ao longo do tempo; sendo que, em 2003, essa relação foi de 1,5 nas instituições privadas e de 8,4 nas públicas. A compreensão das técnicas que podem promover o aumento da produtividade das unidades administrativas torna-se necessária, para que as IES privadas não venham a encerrar suas atividades, uma vez que uma crise de demanda possa estar configurada num futuro próximo.

De acordo com Garcia (2005), algumas alternativas têm sido consideradas, como:

- a) segmentação, que visa à especialização das instituições em determinados cursos, visando um determinado nicho;
- b) profissionalização, visto que a maior parte das instituições privadas de ensino superior são de origem familiar, tendo iniciado suas atividades há 20 ou 30 anos ;
- c) terceirização, já que é muito comum encontrar instituições que, além de prestarem serviços educacionais, possuem, em seus quadros, faxineiros, seguranças, programadores, jornalistas, *designers*, publicitários, arquitetos, encanadores, pedreiros, etc.

Uma alternativa pode estar no uso adequado de insumos para uma quantidade fixa de produto, ou na quantidade máxima de produto produzida, dada uma quantidade fixa de insumo. Nesse sentido, o aumento da eficiência técnica pode beneficiar tanto as instituições, através dos ganhos de produtividade, como os alunos, se esses ganhos forem repassados para o preço das mensalidades praticado pelas instituições.

No Brasil, a DEA tem sido amplamente utilizada para medir a eficiência da gestão de recursos em universidades federais, cooperativas, hospitais públicos e privados, programas sociais do Governo, dentre outros. A complexidade do uso da técnica tende a aumentar, na medida em que ocorre diversificação dos interesses e variações nos *inputs* e *ouputs* das Unidades Tomadora de Decisão (DMUs) — Decision Making Units. Este estudo torna-se

relevante para a administração universitária, na medida em que consegue identificar problemas de alocação de recursos, possibilitando criar um mapa de opções para a sua administração.

É importante ressaltar que, até o presente momento, não foi encontrado nenhum estudo de caso publicado na literatura que utilize tal técnica especificamente para uma universidade privada no Brasil, embora a grande maioria das IES no País esteja nessa categoria.

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma: o Capítulo 1 busca identificar o papel da educação no desenvolvimento econômico e detalhar como se encontra o ensino superior no Brasil; o Capítulo 2 apresenta a técnica DEA propriamente dita e suas principais variações, ainda nesse capítulo, expõem-se alguns estudos de caso, através de uma breve revisão da literatura; e, por último, no capítulo três, procura-se elucidar os resultados obtidos neste trabalho, além de sugerir críticas e limitações do modelo proposto.

# 1 EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

## 1.1 Aspectos teóricos

Compreender os mecanismos que tornam uma nação mais ou menos desenvolvida é essencial para a definição das políticas públicas. No planejamento econômico, devem-se levar em consideração as variáveis relevantes, geralmente observadas a partir de experiências vividas pelos países. É importante saber diferenciar situações e ser coerente na inclusão dessas variáveis.

A análise empírica tem mostrado que, para chegar a determinado nível de crescimento e desenvolvimento econômico, algumas variáveis são sempre significativas. Nesse sentido, a educação tem sido uma variável positivamente correlacionada com o desempenho econômico dos países. De toda sorte, a Coreia é um bom exemplo de que investimentos com educação trazem resultados positivos em termos de crescimento e desenvolvimento.

Estudos como o de Langoni (1976 apud SOUZA, 1999) apontam que a contribuição líquida da educação para o crescimento do produto no Brasil representou um incremento de 15,5% ao longo da década de 60, sendo 32% para o capital físico e 47% para o trabalho no mesmo período. O estudo mostrou também que a contribuição líquida da educação foi de 23% nos EUA (1950-62) e de 10% na França (1950-62). Salienta-se também que, para o Brasil, 21% da parcela do crescimento do produto não foi explicada nem por capital (k) nem por trabalho (l), sendo atribuída ao progresso técnico.

Segundo Barros (1997), o nível educacional da população adulta é resultado de décadas de investimento em educação, assim como o estoque de capital físico é resultado de décadas de investimentos em máquinas, equipamentos e infra-estrutura.

Barros (1997) coloca também que, além dos resultados privados da educação (efeitos que influenciam a vida daqueles que se educam), há uma série de externalidades, como o bem-estar daqueles que os rodeiam. O autor diferencia os impactos da expansão educacional, que podem ser diretos e indiretos. Os primeiros podem ser exemplificados como o aumento da renda em função do aumento da escolaridade, os segundos podem ser uma redução da taxa de mortalidade ocasionada pelo aumento da renda.

A literatura econômica tem mostrado que a qualificação do sistema educacional traz resultados positivos para o crescimento e o desenvolvimento econômico. Um dos principais fatores que impulsionam o investimento em educação são os impactos que o incremento no capital educacional acarreta nas mais diversas áreas socioeconômicas. Esses impactos, confrontados com seus custos, traduzem-se na taxa de retorno.

Segundo a formulação clássica da teoria do crescimento econômico, o produto ( $Y$ ) varia em função dos insumos capital ( $K$ ), trabalho ( $L$ ) e do estoque de recursos naturais ( $N$ ), dessa forma,  $Y = f(K, L, N)$ . De acordo com essa teoria, a relação entre inovação e crescimento econômico é praticamente nula; sendo o progresso tecnológico considerado como uma simples geração espontânea, ocorrendo ao acaso (RIGOTTO, 2005).

Solow (1956), através do estudo *A contribution to the theory of economic Growth*, por sua vez, inovou a teoria do crescimento econômico a partir de um estudo realizado no final dos anos 50. Considerando os elementos clássicos da teoria do crescimento econômico, estoque dos fatores capital e trabalho, constatou que o crescimento da economia norte-americana não era explicado apenas pelo crescimento do capital e do trabalho. Identificou-se, então, a existência de outros fatores que impulsionavam o crescimento. Tais fatores ficaram conhecidos como “resíduo de Solow” e foram associados ao progresso técnico. Em suma o modelo de Solow explica como a poupança, o crescimento demográfico e o progresso tecnológico afetam a variação do produto com o correr do tempo (MANKIWI, 2004).

A descoberta do “resíduo de Solow” levou pesquisadores, como Abramowitz (1956) e Arrow (1962),<sup>3</sup> a incorporarem o conhecimento no crescimento econômico. Mas foi pelos esforços de Romer (1994) que o conhecimento passou a ser considerado uma variável endógena no processo de crescimento econômico. Até então, o conhecimento era considerado uma variável externa à teoria econômica. Muitos economistas buscaram construir modelos tentando explicar o nível e o crescimento da eficiência do trabalho. Lucas (1989), em um artigo intitulado *On the mechanics of economic development*, destacou a aquisição de conhecimento e destreza através da educação, ou seja, acumulação de capital humano.

Para Romer (1994 apud SAGIORO, 2004), um milhão de trabalhadores com pouco acesso ao conhecimento produz menos do que um milhão de trabalhadores com acesso ao conhecimento mais moderno.

O conhecimento só pode ser gerado e ser acessível quando há pessoas educadas para isso. Para que essa educação seja gerada é preciso investir em capital humano o quanto antes, pois o retorno do investimento é de médio e longo prazo. (SAGIORO, 2004).

A literatura tem mostrado que as evidências da educação sobre o progresso técnico são, de fato, uma realidade, onde a mudança técnica se correlaciona positivamente com o fator trabalho, tornando a mão-de-obra mais produtiva.

Segundo Godoy (2006), a saúde e a educação são os dois pilares da teoria do capital humano. De acordo com essa abordagem, as pessoas podem ter três tipos de capitais:

- a) capital saúde na forma do cuidado com o próprio corpo;
- b) capital humano, na forma de educação;
- c) capital físico, na forma de bens ou ativos.

A teoria do capital humano aponta na direção da qualificação e da expansão da educação. Conforme coloca Araújo (2004), os países que mais se desenvolveram foram

---

<sup>3</sup> Esses autores procuraram identificar as causas do resíduo

justamente aqueles que priorizaram seus investimentos em educação. Segundo o autor, a correlação entre investimentos em educação e avanços na produção, no bem-estar social, assim como na redução das desigualdades, é significativa.

Um sistema educacional de qualidade e inclusivo forma indivíduos capazes de exercer plenamente suas faculdades, criando maiores possibilidades de inserção no mercado de trabalho e impactando positivamente sobre os seus rendimentos. Esses efeitos, em última instância, impulsionarão o nível de produção, elevando o nível de bem-estar social.

Um exemplo do que foi citado acima é o caso da Coreia do Sul, que priorizou a educação no passado e hoje registra anualmente uma média de 3 mil patentes nos EUA. O Brasil, que tem taxas relativas discretas de investimentos em educação, registra menos de 100 patentes nos EUA, por ano (ARAÚJO, 2004).

Se é verdadeira a assertiva “Aumento no nível educacional correlaciona-se com o número de patentes, e este correlaciona-se significativa e positivamente com o avanço tecnológico”, conclui-se que o nível instrucional é elemento ativo na “teoria de crescimento com progresso técnico endógeno”. O mecanismo de transmissão da produtividade para os fatores de produção é expandido com a elevação da educação, e, por consequência, aumenta-se o produto.

A inclusão do progresso técnico endógeno no crescimento foi fundamentada principalmente pela teoria do capital humano, como nos trabalhos desenvolvidos por Romer, *Increasing returns and long-run growth* (1996), assim como por Schultz, **Investimento em capital humano** (1961) e **A taxa de retorno do investimento alocado na educação** (1967); por Arrow, **Implicações econômicas do aprender fazendo** (1962); por Nelson e Phelps, **Investimento humano, difusão tecnológica e crescimento econômico** (1966), dentre outros.

Segundo um estudo desenvolvido pelo Banco Mundial (apud SOUZA, 1997), entre as variáveis que mantinham correlação significativa e positiva com o crescimento da renda, estão

o nível de educação geral e o nível de educação feminina. Além disso, o estudo mostra que a variável responsável pelo declínio da mortalidade infantil se correlaciona positivamente com o nível de educação feminina, com o nível de educação em geral e com as liberdades políticas. Ou seja, quanto maior o nível de instrução, menor será a taxa de mortalidade infantil.

Na figura do empreendedor, centra-se o elemento fundamental da teoria schumpeteriana. Aquele, por sua vez, à luz do crédito bancário e dos avanços tecnológicos, torna-se um importante agente na geração de negócios e, subseqüentemente, no desenvolvimento econômico. Um estudo intitulado **Desenvolvimento Econômico e Empreendedorismo**, desenvolvido por Lima (2002), identificou que, para uma amostra de 46 países, a educação secundária estava significativamente correlacionada com a criação de novos produtos e novos métodos de produção e que essa correlação tende a aumentar, quando estimada ao nível de educação superior. Dessa forma, a contribuição do empreendedorismo está relacionada com o nível de investimento em educação.

Em meio ao novo ideologismo cultural, onde a concorrência é o centro das atenções, a educação superior, que deveria servir como alicerce das relações culturais, interpessoais e da solidariedade, acaba servindo como trampolim para os agentes econômicos disputarem suas respectivas posições no mercado. Segundo Oliveira (2001), estamos vivendo a era da “Sociedade do Conhecimento”, e, nesse contexto, são exigidas do trabalhador novas qualificações e habilidades, para competir de forma igualitária com outros trabalhadores. Desse modo, a educação superior passa a ser um diferencial, ou seja, uma opção de investimento.

O desenvolvimento e o crescimento, na sociedade do conhecimento, geram bons desempenhos, na medida em que conseguem realizar experiências de aprendizado, criatividade para gerar novos conhecimentos e capacidade para buscar informações diversas.

## 1.2 A educação no Brasil

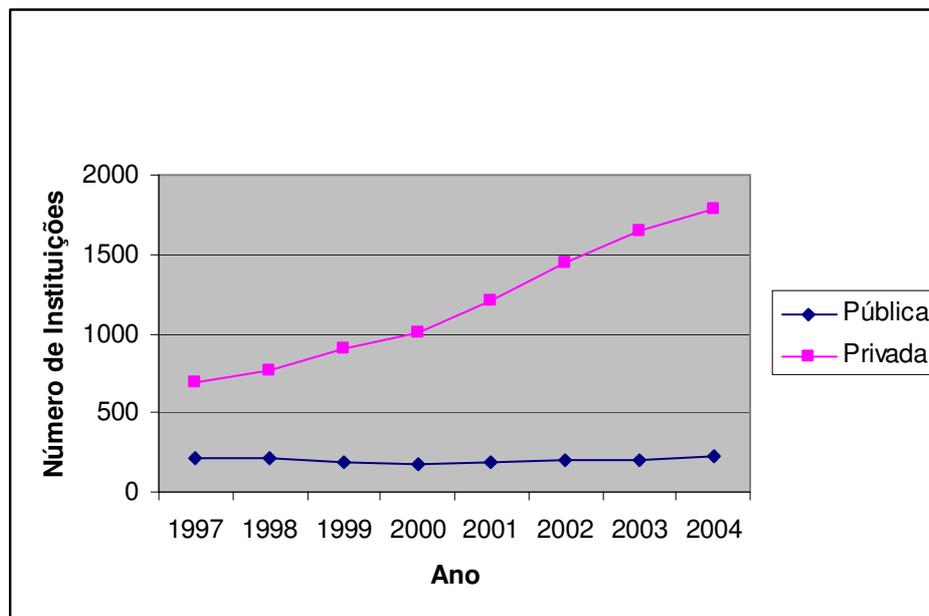
Nas últimas décadas, a eminência de um investimento público em educação superior muito abaixo da demanda potencial tem aberto caminho para um crescimento vertiginoso de instituições privadas no setor. Segundo o **Censo da Educação Superior de 2004** (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2006), existem, no Brasil, 1.789 instituições privadas de ensino superior<sup>4</sup>, frente a 224 públicas. Mesmo com todo o esforço do Ministério da Educação em buscar melhorias na qualidade das universidades, através de avaliações periódicas, é notório o não-atendimento à crescente demanda por ensino superior. A falta de dinamismo das universidades públicas vem agravando-se, ao longo do tempo, em virtude do baixo investimento.

Depois de promulgada a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em 1996, que permitiu a entrada de empresas com fins lucrativos no setor educacional, iniciou a um novo e atraente ramo de negócios no País, o do ensino superior. A evolução do número de IES privadas entre os anos 1997 e 2004 tem sido comparativamente muito superior à evolução das instituições de ensino superior públicas. Conforme pode-se notar na Figura 1, há um período de declínio no número de instituições públicas no Brasil, sendo ele mais acentuado nos anos de 1999 (decréscimo de 8,1%) e 2000 (decréscimo de 8,3%). Em 1997, havia 211 IES públicas no País, e, somente em 2004, essa marca foi superada, passando para 224 instituições, sendo que, em 2000, havia 176 IES públicas.

---

<sup>4</sup> Sendo que, destas, apenas 86 são universidades, segundo o **Censo da Educação Superior 2004** (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2006).

Figura 1: Evolução do crescimento de IES, por categoria administrativa, no Brasil – 1997-2002.



FONTE: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira — INEP. **Censo da Educação Superior 2004**  
<http://www.inep.gov.br/default2.htm>.

A Figura 1 dimensiona a falta de dinamismo do setor público em criar novas IES, contrastando com o setor privado. Além disso, outro fenômeno tem ocorrido no Brasil, é a entrada de empresas estrangeiras nesse segmento. Essas empresas têm percebido a demanda reprimida por ensino superior no País, o que tende a aumentar substancialmente o nível de investimento externo para esse segmento.

Um exemplo recente é a aquisição de 51% da Universidade Anhembi Morumbi pela rede internacional de Universidades Laureate Education, dos EUA, uma empresa de capital aberto, avaliada em US\$ 2,4 bilhões, cujas ações são operadas na bolsa da “nova economia” Nasdaq, que possui 20 universidades em 15 países.<sup>5</sup>

Mesmo que ainda seja difícil a concepção, por parte da academia tradicional, de ver a educação como um “negócio”, o fato é que os investidores vê na educação um nicho com margens de lucro substanciais. É a possível razão pela qual tem aumentado o número de

<sup>5</sup> Publicado na Folha de São Paulo, de sexta-feira, 02 de dezembro de 2005: **Grupo dos EUA compra a Anhembi Morumbi.**

entrantes e elevando-se consideravelmente a oferta de vagas privadas, oferecidas por esse segmento. A demanda potencial por educação no Brasil, dado que apenas 10% dos jovens entre 18 e 24 se encontram no ensino superior, tem chamado a atenção de investidores internacionais.

Dessa forma, a suposição de que a educação não seja considerada um mercado não quer dizer que a lei da oferta e demanda não interaja com esse segmento, impactando sobre a gestão e, subseqüentemente, sobre os preços das mensalidades praticados pelas instituições. Logicamente, outros fatores, além do preço, são relevantes na decisão da escolha por esse serviço, como as preferências individuais, porém o aumento da concorrência, impulsionado pela crescente oferta de vagas privadas, é fator importante que influencia o interesse pela busca de produtividade. Segundo um estudo sobre os custos em instituições de ensino superior no Estado de Santa Catarina:

Relativamente ao contexto brasileiro, fica explícita a preocupação de uma relação existente entre a expansão e a competição das IES [...].  
[...] então, o potencial de mercado, seu equilíbrio e o custo das IES se apresentam como características que devem ser melhor compreendidas com vista à elaboração das estratégias competitivas (BAHIENSE, 2002).

Segundo esse estudo, a expansão no ensino superior, nesse estado, está ocorrendo de forma acelerada. Em 2000, a demanda por educação era de 124.583,<sup>6</sup> e a oferta era de 45.416. O estudo projetou os dados para o ano de 2010, e os resultados foram demanda de 376.477 e oferta de 236.280, sendo que a estimativa para o equilíbrio entre a oferta e a demanda se dará no ano de 2018 (BAHIENSE, 2002).

Para Prieto et al. (2005):

Somente 70% das vagas oferecidas no ensino superior são ocupadas. A demanda existente provém dos públicos das classes sociais 'C' e 'D', predominado a busca por um ensino a um custo menor do que é oferecido.

---

<sup>6</sup> Número de alunos inscritos nos processos seletivos.

Ganhos de escala, redução do custeio, segmentação, dentre outras, são estratégias que têm sido utilizadas pelas IES, com a finalidade de aumentar a produtividade. A configuração de um quadro de concorrência tem servido de orientação para as instituições buscarem vantagens competitivas através de técnicas de gestão focadas na eficiência da produção do “serviço educação”. Nesse sentido, este trabalho procura identificar possíveis eficiências e ineficiências em cursos de graduação oferecidos por uma instituição de ensino superior. Para isso, utiliza a técnica DEA, a qual implica um modelo matemático baseado em programação linear.

O Brasil vem seguindo a tendência mundial, procurando alternativas de avaliações periódicas do sistema de ensino superior. Aprimorar quantitativamente e qualitativamente é um desafio para o País, uma vez que as instituições de ensino superior vêm progressivamente sofrendo avaliações.

Essas avaliações tendem a convergir para um sistema de educação capaz de inserir no mercado de trabalho profissionais diplomados preparados para enfrentar as adversidades de um mundo cada vez mais globalizado, profissionais capazes de executar plenamente suas faculdades.

Mesmo com todo esse esforço, segundo o **Censo da Educação Superior 2004**, elaborado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), no Brasil, uma pequena parcela da população brasileira tem oportunidade de chegar ao ensino superior.

De acordo com esse Censo, atualmente, existem cerca de 4,1 milhões de matrículas em cursos de graduação presenciais, sendo que, destes, apenas 28,3% se encontram matriculados em instituições públicas, e 71,7% estão em instituições privadas. Isso sugere a existência de

uma expressiva demanda reprimida por educação no Brasil, uma vez que cerca de 10% dos jovens entre 18 e 24 anos se encontram cursando o ensino superior.

Apesar do aumento expressivo de instituições privadas e, conseqüentemente, do aumento da oferta de cursos de graduação, segundo o Plano Nacional de Educação<sup>7</sup>, a porcentagem de matriculados na educação superior brasileira em relação à população de 18 e 24 anos está abaixo dos índices de países como Chile (27,6%), Argentina (39%), Canadá (62%) e EUA (80%), (PRO-UNI ENCERRA INSCRIÇÕES, 2005). O Brasil figura entre as nações da América Latina com uma das mais baixas taxas de acesso ao ensino superior.

Outro fato significativo é que o ritmo de crescimento das matrículas no ano de 2004 foi discreto, apenas 7% a mais que as do ano anterior, frente a uma média que variava de 11% a 14% (CONSTANTINO, 2006). Essa realidade contrasta com a meta-mãe do Plano Nacional de Educação, que é matricular em torno de 30% dos jovens entre 18 a 24 anos no ensino superior até 2010 (FRANCO, 2003).

Se analisado o número de alunos concluintes nos cursos de graduação presenciais por organização acadêmica, constata-se que o de 2004 nas instituições públicas foi de 202.262 (32,2%) alunos e, nas instituições privadas, de 424.355 (67,7%) alunos. Nota-se que as instituições privadas, em cursos de graduação presenciais, em 2004, detinham cerca de, 71,7% das matrículas e apenas 67,7% do total dos concluintes, enquanto as instituições públicas detinham, no mesmo período, 28,3% das matrículas e 32,2% do total de concluintes. Essa análise pode indicar, dentre outras coisas, problemas de ordem financeira dos alunos.

Os fatos citados acima, associados ao aumento das vagas oferecidas, liderada pelas instituições privadas, torna relevante o uso de técnicas capazes de medir o grau de eficiência em universidades privadas. A otimização dos recursos em instituições privadas pode, em

---

<sup>7</sup> Para maiores informações, ver: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/pne.pdf>

última instância, diminuir o custo do aluno e, dessa forma, contribuir tanto para a ociosidade decrescente das instituições privadas como diminuir a defasagem educacional no País.

A falta de alocação de recursos para o ensino superior público coloca uma série de restrições ao aumento de vagas públicas, tornando o ensino superior privado uma opção factível. Nesse sentido, as instituições privadas têm procurado chamar a atenção do público-alvo, primando pela qualidade do ensino, por disponibilidade de recursos humanos e físicos e por formação profissional, uma vez que esses requisitos passaram a fazer parte do processo de avaliação do Ministério da Educação.

Segundo o INEP, a qualidade do corpo docente, a organização didático-pedagógica e as instalações físicas, com ênfase na biblioteca, são fatores de desempenho para a Avaliação dos Cursos de Graduação. O objetivo da avaliação institucional é verificar a execução do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), que contempla os objetivos, as metas e as ações das organizações, as políticas que valorizam os professores, a infra-estrutura, a organização institucional, como a gestão acadêmica e as atividades de ensino, pesquisa e extensão.

De acordo como o Ministério da Educação, em ralação à organização administrativa, as instituições de ensino superior classificam-se da seguinte forma:

- a) instituições públicas, que são criadas ou incorporadas, mantidas e administradas pelo poder público e estão classificadas em federais, estaduais e municipais;
- b) instituições privadas, que são mantidas e administradas por pessoas físicas ou jurídicas de direito privado e se dividem entre instituições privadas com fins lucrativos e sem fins lucrativos.

As instituições privadas com fins lucrativos ou particulares, em sentido estrito, são instituídas e mantidas por uma ou mais pessoas físicas ou jurídicas de direito privado, sua vocação social é exclusivamente empresarial.

As instituições privadas sem fins lucrativos ainda podem ser classificadas quanto à sua vocação social. Nesse sentido, encontramos as chamadas comunitárias, que incorporam, em seus colegiados, representantes da comunidade e são instituídas por grupos de pessoas físicas ou por uma ou mais pessoas jurídicas, inclusive cooperativas de professores e alunos que incluam, na sua entidade mantenedora, representantes da comunidade. Há também as confessionais, que são constituídas por motivação confessional ou ideológica. Instituídas por grupos de pessoas físicas ou por uma ou mais pessoas jurídicas que atendam às orientações confessionais e ideológicas específicas. E, por último, existem as instituições filantrópicas, que são aquelas cuja mantenedora, sem fins lucrativos, obteve, junto ao Conselho Nacional de Assistência Social, o Certificado de Assistência Social. São as instituições de educação ou de assistência social que prestam os serviços para os quais foram instituídas e os colocam à disposição da população em geral, em caráter complementar às atividades do Estado, sem qualquer remuneração.

As instituições filantrópicas possuem isenção de tributos. Entretanto há a obrigação legal (Decreto nº 2.536/88) de se destinar 20% do faturamento das instituições filantrópicas em gratuidade. Desde a Constituição de 1988, são responsáveis por 50% das matrículas privadas no País. Já as sem fins lucrativos, que pagam parte dos tributos, são responsáveis por 35% das vagas privadas. E empresas de educação superior que não possuem isenção ou imunidade detêm 15% das vagas oferecidas no ensino superior.

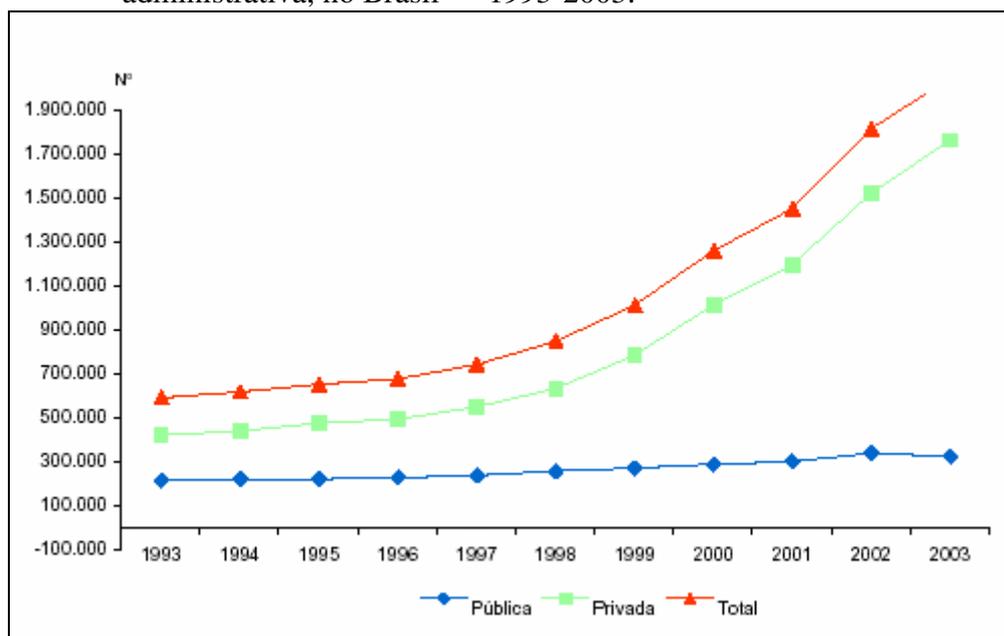
Segundo o Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão:

Atualmente, 85% do sistema privado do ensino superior já têm isenção de tributos, total (universidades filantrópicas) ou parcial (universidades sem fins lucrativos). (<http://www.planejamento.gov.br>).

O número de IES privadas no Brasil tem evoluído consideravelmente, enquanto o de instituições públicas tem-se mantido ao longo dos últimos anos. Isso denota o interesse privado em prover a educação superior e a dificuldade do Governo em abrir novas instituições. Tais evidências deixam claro que o investimento privado em educação superior tem sido predominante. *Ceteris paribus*, se esse quadro evoluir ao longo do tempo, as instituições privadas passarão a concorrer mais ostensivamente por alunos. Nesse sentido, torna-se coerente pensar que tais instituições busquem a otimização de seus recursos, assim como melhores desempenhos em termos qualitativos.

Pode ser constatado também que, em conseqüência do aumento do número de entrantes privados, o número de vagas ofertadas tem aumentado substancialmente. A Figura 2 mostra que, no período 1993-2003, o número de vagas de IES públicas tem-se mantido a mesma em praticamente todo o período em análise.

Figura 2: Evolução do número de vagas nos processos seletivos, por categoria administrativa, no Brasil — 1993-2003.



FONTE: MEC/INEP/DAES, (2004).

Essa é uma tendência que vem desde o início dos anos 70, quando os percentuais de matrículas públicas e privadas se igualavam.

Essas perspectivas levam a uma crescente evolução do número de instituições privadas e da oferta de vagas por instituições privadas, o que sugere uma maior concorrência entre essas instituições, uma vez que a disparidade de renda no País pressiona a demanda por ensino superior privado.

Segundo o INEP, os dados coletados pelo **Censo da Educação Superior 2003** mostram, pela primeira vez na história do Brasil, que o número de vagas oferecidas na educação superior foi maior que o número de alunos concluintes do ensino médio. Dessa forma, a ociosidade média alcançou 42% das vagas oferecidas pelas instituições privadas (INEP, 2005). Embora as instituições filantrópicas possuam a metade das matrículas privadas, é notório que a evolução desse quadro deverá configurar um ambiente de concorrência mais acentuado entre essas instituições.

Em concordância ao citado acima, o ano de 2003 representa ser um divisor de águas, na medida em que o número de inscritos nos vestibulares privados superou o número de inscritos nos vestibulares de instituições públicas.

Tabela 1  
Graduação presencial, distribuição percentual do número de inscrições no vestibular, por categoria administrativa no Brasil — 1992-2003

ANOS	TOTAL	PÚBLICAS		PRIVADAS	
		Número	%	Número	%
1992	1.836.859	1.044.861	56,9	791.996	43,1
1994	2.237.023	1.292.369	57,8	944.654	42,2
1996	2.548.077	1.384.643	54,3	1.163.434	45,7
1998	2.858.016	1.591.283	55,7	1.266.733	44,3
2000	3.826.293	2.140.387	55,9	1.685.906	44,1
2002	4.640.608	2.491.016	53,7	2.149.592	46,3
2003	4.579.208	2.236.203	48,8	2.343.005	51,2

FONTE: MEC/INEP/DAES (2004).

Historicamente a procura por ensino superior público sempre foi maior do que a procura por ensino privado, mesmo que o número de instituições privadas seja bem maior do que o número de instituições públicas. Tal fenômeno pode ser entendido como resultado de períodos de greves, sucateamento das universidades públicas, dificuldade de ingresso, devido à razão candidatos/vagas, etc. Mesmo que a quantidade de inscritos nos vestibulares das universidades privadas tenha superado o número de inscritos nas universidades públicas, o esforço das instituições privadas na disputa por alunos aumentou, devido ao declínio da relação candidatos/vagas, conforme constatado na Tabela 2. A Tabela 2 demonstra que o aumento quantitativo de inscritos no vestibular em instituições privadas foi inferior ao aumento da oferta de vagas por essas instituições, refletindo, em última instância, vagas não ocupadas.

Tabela 2

Evolução da relação candidatos/vagas nos processos seletivos, por categoria administrativa no Brasil — 1993-2003

<b>ANOS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PÚBLICAS</b>	<b>PRIVADAS</b>
1993	3,7	6,6	2,4
1994	3,9	7,3	2,4
1995	4,3	7,9	2,9
1996	4,0	7,5	2,6
1997	3,9	7,4	2,6
1998	3,6	7,5	2,2
1999	3,5	8,0	2,2
2000	3,3	8,9	1,9
2001	3,0	8,7	1,8
2002	2,8	8,9	1,6
2003	2,4	8,4	1,5

FONTE: MEC/INEP/DAES (2004).

Pode-se constatar também a relação inversa da razão candidatos/vagas entre instituições públicas e privadas. Enquanto há uma tendência a aumentar essa relação nas instituições públicas, nas instituições privadas acontece o inverso.

Mesmo com um percentual substancial da população brasileira sem educação superior, a renda tem sido um fator impeditivo para que jovens ingressem nos cursos de graduação, visto que o número de vagas públicas é limitado. Uma forma de facilitar o acesso ao ensino superior é reduzir os custos das mensalidades para o aluno nas instituições privadas. Para o Brasil, que possui uma distribuição de renda muito concentrada e um baixo número de pessoas com ensino superior, a redução do custo das mensalidades provocaria um impacto significativo no acesso ao ensino superior. Uma eficiente alocação dos recursos é uma forma de reduzir esses custos.

O objetivo geral deste trabalho centra-se em analisar a eficiência na gestão de recursos em uma instituição de ensino superior privado. Os objetivos específicos, por sua vez, são: selecionar variáveis *inputs* e *outputs* relevantes para a gestão, possibilitando o aumento da produtividade; medir a eficiência relativa de cursos de graduação de uma universidade privada, identificando, assim, as *best practice*; determinar um modelo orientado para as características específicas do setor; criar metas factíveis a partir da dos *benchmarkings*; gerar *ranking* dos cursos e sugerir um leque de opções para corrigir ineficiências e debilidades.

## 2 METODOLOGIA

O uso de modelos matemáticos auxilia na mensuração da produtividade, em instituições que utilizam múltiplos insumos para produzir inúmeros produtos. O cálculo da Produtividade Total dos Fatores e a medida de eficiência relativa DEA têm sido a forma matemática representativa dos modelos não paramétricos, assim como os modelos de estimação econométrica têm sido a forma expressiva de medidas paramétricas. A primeira aproximação quantitativa a respeito da análise da eficiência deve-se a Farrell (1957), cujo esquema distingue como componentes de eficiência global a eficiência técnica e a de escala.

Uma das vantagens do uso da DEA reside no fato de que, além de identificar as DMUs eficientes, a técnica permite encontrar as unidades ineficientes e mensurá-las, permitindo estimar uma função linear de produção, fornecendo um *benchmarking* para as DMUs ineficientes alcançarem a fronteira estabelecida pelas unidades eficientes. Os modelos DEA fazem uso intensivo da teoria da dualidade em programação matemática, sendo que um dos duais fornece os *benchmarks*, e outro fornece os pesos a serem atribuídos às variáveis.

A medida de eficiência relativa DEA desenvolvida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e, posteriormente, por Banker, Charnes e Cooper (1984) diferencia-se dos modelos econométricos pela sua facilidade de medir a fronteira de eficiência, agrupando diferentes tipos de variáveis. Diferentemente dos modelos econométricos, a DEA não necessita de uma especificação da forma da função, nem necessita estimar parâmetros (LOPES, 1998, p. 39). Num ambiente onde se encontram inúmeros insumos para a produção de inúmeros produtos, os processos de produção são complexos, e a DEA tem se apresentado como uma alternativa relevante de mensuração de eficiência.

Em relação à Análise Envoltória de Dados, torna-se interessante considerar os conceitos e modelos básicos abordados por Gomes e Baptista (2004). Tais autores consideram

que a técnica DEA responde a questionamentos acerca da eficiência em ambientes competitivos e dinâmicos. Além disso, considera-se como vantajosa a possibilidade de se testar o desempenho relativo a partir de modelos não paramétricos em que “[...] cada unidade de produção é avaliada em relação às outras unidades de um conjunto homogêneo e representativo [...]”. Esse modelo pode ser desmembrado em dois componentes: eficiência técnica, que busca o aumento da produtividade através da maximização do produto, dado um nível de insumo; e a eficiência alocativa, que sinaliza a habilidade da firma em utilizar os insumos em proporções ótimas, considerando seus preços relativos. Sendo que a combinação dessas duas medidas forma a eficiência econômica total.

Ainda para Gomes e Baptista, as fronteiras estocásticas possuem características paramétricas e são estimadas através de métodos econométricos; em contrapartida, as análises envoltórias de dados utilizam uma técnica não paramétrica, envolvendo programação matemática em sua estimação. Os autores salientam as diferentes orientações: a *input orientation*, que busca a redução de insumos; e a *output orientation*, que dá ênfase ao aumento do produto. Processos produtivos que utilizam vários insumos e obtêm vários produtos tornam a eficiência relativa mais complexa. Entretanto, a partir de uma amostra de dados, pode-se obter a fronteira de eficiência.

O tema da eficiência na alocação de recursos tem suscitado grande interesse nos últimos anos. Essa circunstância se deve ao aumento da concorrência e ao fato de que o uso eficiente dos recursos tende a aumentar a rentabilidade das empresas.

A Análise Envoltória de Dados tem sido utilizada para avaliar a eficiência técnica em instituições de ensino desde o seu surgimento. Segundo Charnes et al. (1994), a história da Análise Envoltória de Dados começa com uma dissertação para obtenção do grau de PhD de Edward Rhodes, sob a supervisão de W. W. Cooper, publicada em 1978 (CHARNES;

COOPER; RHODES, 1978). O tema abordado na tese era o de desenvolver um método para comparar a eficiência de escolas públicas (DMUs).

Na educação, por exemplo, a técnica tem permitido realizar comparações entre os sistemas universitários. Conforme exposto no primeiro capítulo, a educação é uma variável estratégica para o desenvolvimento econômico, sendo assim, a DEA pode ajudar na expansão e na qualificação do ensino superior, através de medidas de desempenho entre os cursos de graduação.

Essa técnica permite medir a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisões (DMUs) de uma determinada instituição com múltiplos insumos e múltiplos produtos. Esse tipo de metodologia tem sido amplamente utilizado para empresas que possuem unidades executando a mesma função, subordinadas a algum órgão controlador (BANDEIRA, 2000), como no caso de bancos, departamentos de hospitais, instituições de ensino superior, avaliações de programas sociais, dentre outros.

De uma forma mais geral, pode-se dizer que o conceito de eficiência, embora amplo, é distinto de eficácia, por se tratar da forma em que é realizada uma tarefa. Segundo Sandroni (2005):

No conceito de eficiência não se examina se aquilo que foi produzido com eficiência é eficaz, isto é, se o produto ou o resultado do trabalho eficiente está adequado à finalidade proposta. Por exemplo, se um médico realizar uma intervenção cirúrgica num paciente, poderá fazê-lo com grande eficiência, mas se a intervenção tiver sido realizada no órgão errado, ela não terá a mínima eficácia. Dessa forma, uma ação pode se eficiente sem ser eficaz.

Posto dessa forma o conceito de eficiência, pode-se pensar que, sendo a educação uma variável estratégica para o desenvolvimento do País, decisões isoladas, mesmo que eficientes, sem uma diretriz global, poderão elevar a ineficácia dos planos governamentais.

De outra forma, pode-se dizer que a eficiência da produção pode ser vista como uma função de produção na qual exerça o máximo de produção, dada a quantidade de insumo alocada. Segundo Pindyck (1998):

Para que uma economia seja eficiente, não basta que produza mercadorias ao custo mínimo; deve também produzir combinações de mercadorias que as pessoas estejam dispostas a adquirir. [...] a taxa marginal de substituição de alimento por vestuário mede a disposição que o consumidor tem de adquirir menos vestuário para adquirir uma unidade adicional de alimento.<sup>8</sup>

Nesse sentido, a técnica DEA permite medir e localizar a ineficiência e estimar uma função de produção linear que forneça as DMUs referenciais, chamadas de *benchmarks*, que possibilita aos gestores alcançar uma maior eficiência relativa. Em outras palavras, o *benchmarking* é determinado pela projeção das DMUs ineficientes na fronteira da eficiência. Em concordância com Mello et al. (2003), a forma como é feita essa projeção determina a orientação do modelo. A decisão de qual rumo a ser tomado caberá ao gestor: políticas como retornos constante ou variável de escala, orientada para o insumo ou para o produto, ou uma combinação deles, dentre outros. Embora existam abordagens que alteram simultaneamente as quantidades de *inputs* e *outputs*, sendo uma dessas abordagens baseada na Programação Linear Multiobjetivo.<sup>9</sup>

Muitas vezes, torna-se difícil avaliar o processo produtivo, devido a complexidades inerente à dinâmica da produção. De acordo com Façanha e Marinho (2001), as organizações complexas caracterizam-se pelas seguintes características:

- a) organizações que utilizam múltiplos insumos para produzirem múltiplos produtos ou serviços;

---

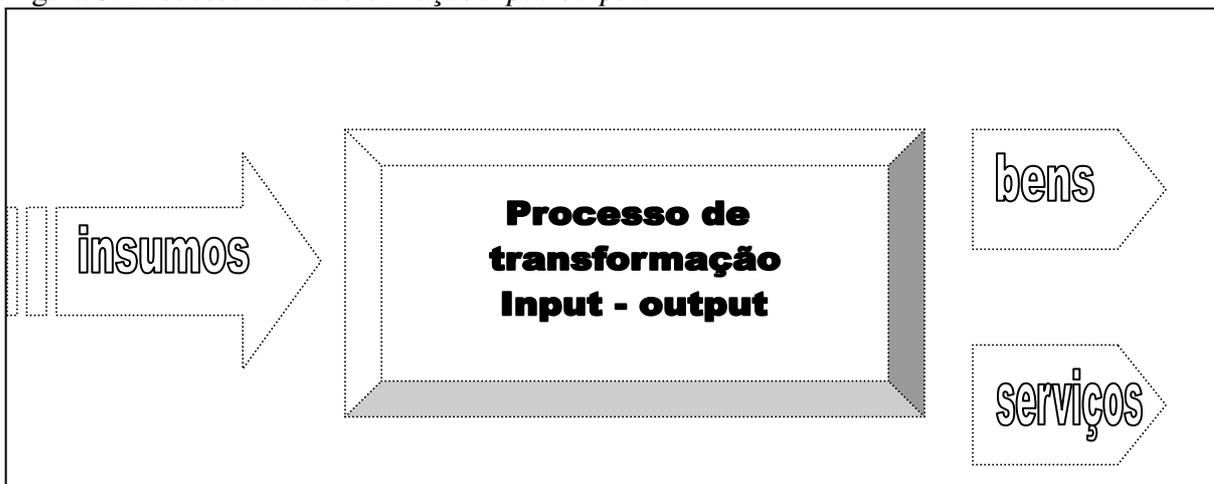
<sup>8</sup> Segundo esse autor, a taxa marginal de transformação mede o custo de uma unidade adicional de alimento em termos da menor produção de vestuário. Assim, uma economia produzirá eficientemente, se:  $TMgS=TMgT$ .

<sup>9</sup> Para maiores esclarecimentos, ver Ângelo Meza e Lins (2002).

- b) organizações que transformam *inputs* múltiplos em *outputs* múltiplos, com tecnologia desconhecida e/ou de difícil explicitação, o que não recomenda o recurso convencional a especificações de funções de produção hipotéticas;
- c) organizações cujos preços dos insumos e/ou produtos revelam-se inexistentes ou de difícil acesso.

A produção de produtos e serviços pode ser vista como um processo de transformação com entradas de *inputs*, constituídos pelos mais diversos recursos, e saídas, onde se encontram *outputs* que correspondem a bens e serviços.

Figura 3: Processo de transformação *input-output*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Banker, Charnes e Cooper (1984) salientam que, de forma preliminar, devem ser incluídas todas as variáveis possíveis, relacionadas de forma qualitativa ou quantitativa no processo produtivo das DMUs. Em conformidade com Bandeira (2000), a DEA pode ser utilizada também para medir a eficiência de unidades cujos *inputs* e *outputs* não possam ser reduzidos em valores monetários.

Devido ao fato de a técnica DEA se adequar bem ao perfil de empresas, inclusive às que não possuem como meta primordial a determinação de maximizar o lucro, justifica-se o seu uso para medir eficiência dos serviços públicos e de empresas privadas com filantropia.

As características de uma instituição de ensino superior privada com filantropia vêm ao encontro da idéia mencionada acima. Dessa forma, as diretrizes do processo administrativo de uma instituição de ensino superior tendem a ultrapassar a barreira do lucro, para disseminar conhecimento científico e formar cidadãos capazes de exercerem suas faculdades.

Segundo Charnes et al. (1994), a DEA tem obtido sucesso para medir eficiência relativa nas escolas públicas e em universidades. Ainda segundo os autores, há uma série de vantagens relacionadas ao uso da DEA, dentre as quais, podem-se citar:

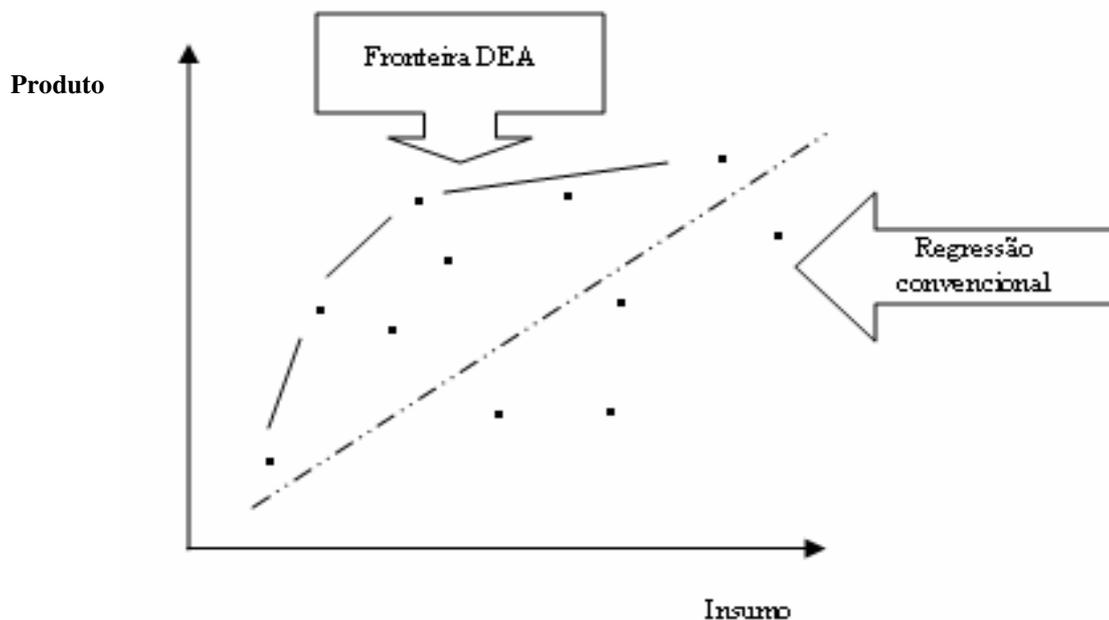
- a) a possibilidade de focar as observações individuais antes que médias populacionais;
- b) a produção de uma medida agregada para cada DMU em termos da utilização do fator insumo (variável independente), para produzir os produtos desejados (variáveis dependentes);
- c) a possibilidade de, simultaneamente, utilizar múltiplos insumos e múltiplos produtos, com cada um deles sendo declarado em diferentes unidades de medida;
- d) a possibilidade de ajustar para variáveis exógenas;
- e) a possibilidade de se incorporar variáveis categóricas (“*dummy*”);
- f) o fato de não requerer conhecimento *a priori* dos preços (pesos) para os insumos e os produtos;
- g) o fato de não impor restrição a respeito da forma funcional de relação de produção;
- h) o fato de acomodar julgamento quando necessário;
- i) a produção de estimativas específicas para as mudanças desejadas em insumos e/ou produtos, projetando, na fronteira eficiente, as DMUs que estão abaixo da fronteira;
- j) o fato de ser Pareto Ótimo para eficiência técnica;
- h) o fato de focalizar na fronteira de melhor prática revelada antes que em propriedades de tendência central das fronteiras.

Além dessas vantagens, Lopes (1998) coloca que a DEA permite comparar o desempenho de unidades com o melhor desempenho alcançado, ao invés de compará-las com padrões ideais, por vezes, inalcançáveis.

Segundo Gomes e Baptista (2004), medidas de eficiência podem ser facilmente obtidas, quando abrangem poucos *inputs* e *outputs*, entretanto a complexidade de se encontrar a eficiência relativa tende a aumentar, na medida em que se eleva o número dessas variáveis. Uma das formas de solucionar essa problemática pode ser através de uma amostra de dados, para encontrar fronteiras eficientes, que servirão para comparação entre as unidades.

Segundo Charnes et al. (1994), enquanto as abordagens paramétricas convencionais buscam estimar uma (hiper)superfície de regressão através de dados, a DEA otimiza cada observação individual, objetivando a busca de uma fronteira discreta por partes formada pelas unidades Pareto eficientes. A diferença entre o modelo DEA e a regressão convencional pode ser observada na Figura 4.

Figura 4: Diferença entre a fronteira estabelecida por DEA e a por regressão.



FONTE: CHARNES, Abraham et al. **Data Envelopment Analysis: theory, methodology and application.** Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1994.

Uma das vantagens da DEA em relação aos modelos paramétricos é que, para se medir a eficiência relativa de uma firma a partir da DEA, compara-se a produção de uma firma através da dotação dos insumos com a produção ideal, utilizando os mesmos níveis de insumos. Já para os modelos paramétricos, a dificuldade reside em calcular uma função de produção teórica estimada. Dessa forma, a função de produção requer uma explicitação da relação funcional entre os insumos e os produtos. Torna-se mais complicado determinar uma forma funcional num processo de produção complexo envolvendo múltiplos insumos e produtos (GOMES; BAPTISTA, 2004).

Para que se determine a eficiência relativa entre DMUs no modelo não paramétrico, utilizando programação matemática, é necessário uma amostra de dados observados para diferentes DMUs e, a partir daí, construir um conjunto de referências, possibilitando classificá-las como eficientes e ineficientes, tomando como base a superfície formada.

A técnica DEA permite alternar a relação de eficiência relativa por dois canais distintos: *inputs orientation* ou orientado ao insumo, que visa à minimização dos fatores de produção, mantendo um nível fixo de *ouputs*; e *ouputs orientation* ou orientada ao produto, no qual se busca a maximização do nível de *ouputs*, mantendo os *inputs* fixos. Qualquer uma dessas formas pode analisar inúmeros *inputs* e *ouputs*, para gerar um *ranking* de eficiência relativa e, dessa forma, possibilita a criação um leque de opções nas decisões administrativas.

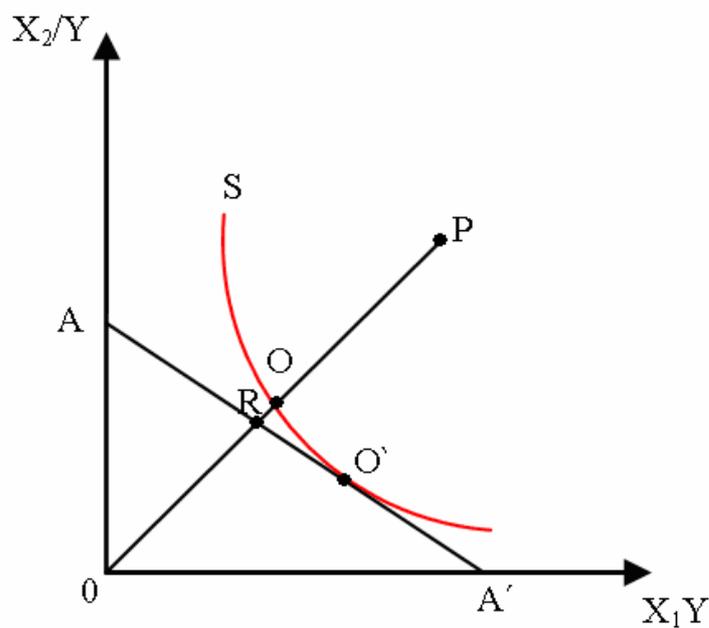
## **2.1 A solução orientada para o insumo**

Numa empresa pública prestadora de serviços, como universidades e hospitais, é conveniente pensar que, dada a dotação orçamentária (restrição orçamentária), alcançar a eficiência através da expansão do produto é preferível a alcançar a eficiência através da

diminuição dos recursos: atender mais pacientes e formar mais alunos, expandindo o nível de bem-estar social.

Entretanto, na prática, as empresas privadas sentem-se seduzidas em cortar gastos, ou seja, reduzindo o quadro de pessoal, os gastos com luz, telefone, as quantidades de insumos em geral. Essa visão pode ser facilmente exemplificada pela Figura 5.

Figura 5: Medida de eficiência com orientação ao *input*.



FONTE: GOMES, Adriano Provezano; BAPTISTA, Antonio Murinho Luiz dos; VIEIRA, Wilson da Cruz (Ed.). **Métodos quantitativos em Economia**. Viçosa: UFV, 2004.

A Figura 5 exemplifica o caso de uma firma que busca a eficiência, reduzindo o insumo (orientada ao insumo). Nesse exemplo, a firma utiliza apenas dois insumos ( $X_1$  e  $X_2$ ) e produz apenas um produto ( $Y$ ). Pressupõem-se retornos constantes de escala, sendo a curva  $S$  uma isoquanta unitária de uma firma eficiente. Se a utilização de insumos para produção de uma unidade do produto fosse definida pelo ponto  $P$ , sua ineficiência técnica estaria representada pela distância entre os pontos  $OP$ . Essa distância denota a ineficiência técnica,

indicando o quanto os insumos poderiam ser diminuídos sem afetar a quantidade produzida (neste caso, uma unidade). Dessa forma, a eficiência técnica poderia ser dada pela seguinte equação:

$$ET = \frac{OO}{OP} = 1 - \frac{OP}{OP}$$

Sendo  $0 < ET \leq 1$ , então o resultado fornece o grau de eficiência técnica da firma.

Para  $ET = 1$ , a firma é tecnicamente eficiente, como no caso do ponto O na Figura 5.

Segundo Gomes e Baptista (2004), quando se inclui, nesse modelo, a razão entre os preços dos insumos, representada na Figura 5 pela reta AA', pode-se obter a eficiência alocativa (EA). Dessa forma, se uma firma operasse no ponto P, a EA dar-se-ia pela seguinte equação:

$$EA = \frac{OR}{OO}$$

Logicamente, a distância compreendida pelos pontos RO representa a redução nos custos de produção. Caso a firma operasse com eficiência alocativa, haveria um deslocamento ao longo da reta SS', até o ponto O'. Nota-se que, tanto no ponto O quanto no ponto O', a empresa opera com eficiência técnica, porém apenas o ponto O' representa ter eficiência alocativa. Essa distinção é relevante, na medida em que a firma busque reduzir seus custos através de uma redução dos recursos gastos em insumos, alterando a composição do mesmo.

Não obstante, pode-se dizer que a ineficiência técnica resulta de uma composição imprópria de insumos, ou do uso excessivo de insumo para um dado nível de produção. Em relação à ineficiência alocativa, pode-se dizer que ocorre quando, a par dos preços, se usa

quantidades inadequadas de insumos, ou seja, quando a taxa marginal de substituição entre um insumo e outro não for igual à razão dos seus preços.

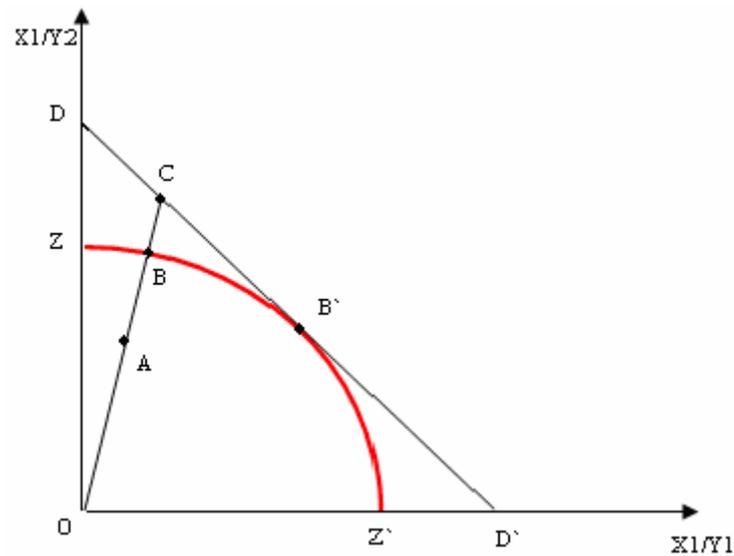
## 2.2 A técnica orientada para o produto

O exemplo anterior tratou do caso de uma firma que buscou eficiência se pautando na redução de seus custos, ou orientada para o insumo. Entretanto, para determinadas empresas, sejam elas públicas ou privadas, o interesse do alcance da eficiência pode não estar focado na redução dos custos, mas, sim, no aumento da produção, sem alterar a dotação orçamentária, caso de empresas públicas prestadoras de serviços, como hospitais, universidades, dentre outras. O interesse não é que se gaste menos com hospitais e universidades, dados os recursos já destinados, mas, sim, que expanda o *output*, tratando mais pessoas e formando mais pessoas.

Segundo Marinho, Resende e Façanha (1997), as universidades servem de exemplo de instituições onde a maximização de lucro não é o princípio de sua existência; em contrapartida, tais instituições são guiadas por inúmeros outros objetivos e missões.

A análise envoltória de dados é uma ferramenta bastante utilizada para medir relativamente os processos de produção sem distinção de medidas e valores. Nesse sentido, quando se avalia uma firma “orientada para o produto”, pretende-se buscar a maximização da produção, sem alterar os custos. Conforme exemplificado na Figura 6.

Figura 6: Medida de eficiência orientada para o *output*.



FONTE: GOMES, Adriano Provezano; BAPTISTA, Antonio Murinho Luiz dos; VIEIRA, Wilson da Cruz (Ed.). **Métodos quantitativos em Economia**. Viçosa: UFV, 2004.

Nesse caso, pressupõe-se a produção de dois produtos ( $Y_1$  e  $Y_2$ ) com um único insumo. Consideram-se retornos constantes de escala, sendo a curva  $ZZ'$  a possibilidades de produção unitária. O ponto A representa uma produção ineficiente, sendo ela disposta abaixo da curva de possibilidades de produção. A distância entre o ponto A e o ponto B indica o nível de ineficiência técnica da firma produzindo no ponto A. Ou seja, o quanto a firma poderia expandir sua produção, sem aumentar seus insumos. Assim, a eficiência técnica de uma firma que produza orientada para o produto pode ser dada pela seguinte equação:

$$ET = \frac{OA}{OB}$$

Da mesma forma que o modelo orientado para o insumo, quando, a par de informações sobre preços, se pode chegar à eficiência alocativa (EA). Nesse caso, ao invés de preço dos

insumos, consideram-se os preços dos produtos. Na Figura 6, a relação de preços do produto é dada pela linha  $DD'$ , de forma que a equação da eficiência alocativa pode ser formada pela seguinte relação:

$$EA = \frac{OB}{OC}$$

Nesse sentido, a ineficiência alocativa da firma que produz no ponto A está compreendida pela distância entre os pontos BC

Conforme Façanha e Martinho (2001), outro resultado fornecido pelo DEA é a resolução dos *outliers*, ou seja, aquelas DMUs que se encontram fora da fronteira de eficiência. Dessa forma, busca-se o ajuste necessário para ser feito em cada um dos *inputs* e *outputs* a partir da identificação e da comparação de valores observados nas DMUs que se encontram na fronteira de eficiência, caracterizada como *best practice*. Ainda segundo os autores:

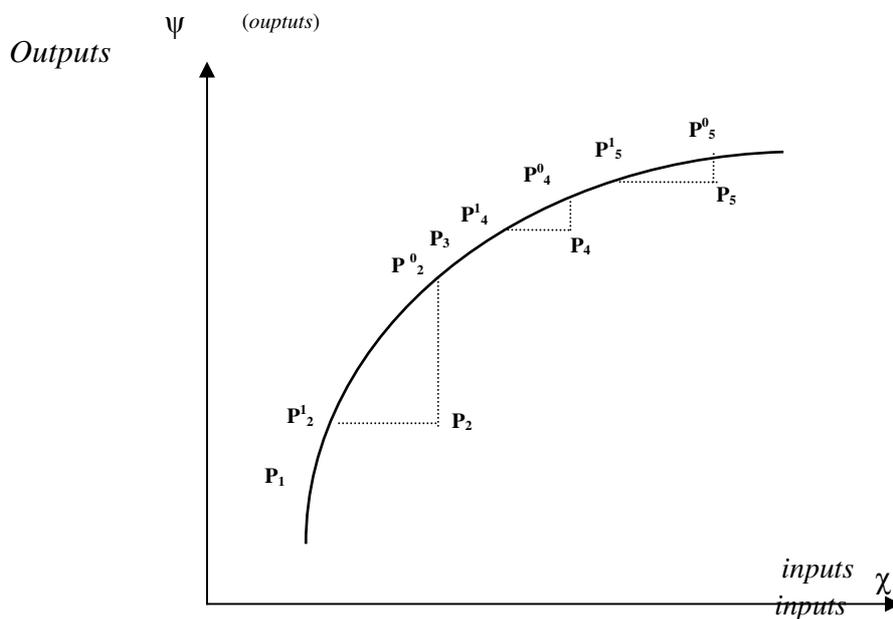
[...] a metodologia identifica, para cada *input* e para cada *output*, os valores efetivos/observados e os valores (*targets*), que poderiam ser alcançados pelas DMUs ineficientes no caso de estas DMUs serem deslocadas para a fronteira de eficiência. Os *targets* são valores exequíveis, obtidos por comparação com DMUs, eficientes similares à DMU ineficiente que se desloca para a fronteira (FAÇANHA; MARINHO, 2001).

Tanto o modelo orientado para o insumo quanto o orientado para o produto são representações de medidas radiais, ou seja, possuem um raio que parte da origem e se estende até o ponto de produção observado. Para Färe *et al* (1994 apud GOMES, 2004) a vantagem desses modelos reside no fato de que a sua medida radial é invariável. Dessa forma, as unidades de medida de insumos e produtos podem variar, pois não alteram o valor da

eficiência. Ou seja, tanto faz medir unidades de horas de trabalho como de dias, a medida de eficiência radial não se altera.

A Figura 7 exemplifica os dois modelos, orientado para *inputs* e orientado para *ouputs*. Os pontos  $P_1$  e  $P_3$  representam as DMUs que se encontram na fronteira de eficiência; em contrapartida, os pontos  $P_2$ ,  $P_4$  e  $P_5$  encontram-se abaixo dessa fronteira, sinalizando suas respectivas ineficiências. Nesse sentido, os gestores poderão tomar decisões em relação à produção e optarão entre os dois modelos sugeridos anteriormente. No caso de  $P_2$ , por exemplo, nota-se que tanto se pode adotar *inputs orientation*, que altera o nível de *inputs*, mantendo fixo o nível de *ouputs*, como *ouputs orientation*, aumentando o nível de *ouputs*, mantendo fixo o nível de *inputs*, o mesmo raciocínio é válido para os demais *outliers*.

Figura 7: Fronteira de eficiência.



FONTE: GOMES, Adriano Provezano; BAPTISTA, Antonio Murinho Luiz dos; VIEIRA, Wilson da Cruz (Ed.). **Métodos quantitativos em Economia**. Viçosa: UFV, 2004.

A eficiência pode ser considerada, nesse modelo, como a razão entre a soma ponderada de *ouputs* e uma soma ponderada de *inputs*:

$$\text{Eficiência } K = \frac{\sum_{j=1}^n W_{jk} \text{OUTPUT}_{jk}}{\sum_{i=1}^m V_{ik} \text{INPUT}_{ik}} ; K = 1, 2, \dots, N$$

Onde:  $W_{jk}$  = peso unitário do *ouput*  $j$  para a DMU  $K$ ,

$V_{ik}$  = peso unitário do *input*  $i$  para a DMU  $K$ ;

havendo  $N$  DMUs,  $m$  variáveis de *input* e  $n$  variáveis de *ouput*.

O desempenho de cada DMU é analisado, considerando seus respectivos *inputs/ouputs*, a partir daí, gera-se uma medida relativa entre as demais DMUs, baseando-se unicamente no desempenho de cada uma e comparando-os relativamente e não em objetivos ou critérios gerenciais externos.

No que tange ao conceito de eficiência, parte-se do princípio de utilização ótima dos usos dos insumos (*inputs*) para a elaboração dos produtos (*ouputs*). Desta forma as DMUs que apresentarem maior produtividade tenderão a ter maiores níveis de produto com menor quantidade de insumos.

### 2.3 Retornos de escala

Mensurar os aumentos de produção associados a aumentos de cada um dos insumos utilizados é relevante, no sentido de compreender a natureza, a longo prazo, do processo produtivo das empresas. Na presença de rendimentos de escala, torna-se economicamente vantajoso ter-se uma grande empresa em produção do que muitas pequenas (Pindyck, 1998).

Entretanto, se uma empresa possui economias constantes de escala, pouco importa seu tamanho, sempre que variarem seus insumos, também varia proporcionalmente o seu produto. Ou seja, o tamanho da empresa não influencia a produtividade de seus insumos, nesse caso, a produtividade média e marginal dos insumos da empresa permanecem constantes.

Ainda em relação às escalas, Pindyck (1998) complementa:

[...] empresas do setor de transformação têm maior probabilidade de apresentar rendimentos crescentes de escala do que as empresas do setor de serviços, pois a atividade de transformação exige substanciais investimentos em equipamentos de capital. As atividades voltadas para serviços possuem trabalho razoavelmente intensivo, podendo ser igualmente eficientes em pequena ou grande escala.

Desde 1978, quando a DEA foi originalmente desenvolvida, muitos modelos diferentes foram desenvolvidos por pesquisadores, que passaram a utilizá-la nas mais diversas pesquisas. Entretanto a decisão de qual modelo a ser utilizado depende da natureza da tecnologia da produção. Em geral, os modelos diferem em orientação (*input-orientation*, *output-orientation* ou uma combinação), em diversificação quanto aos retornos de escala (constantes ou variáveis), em tipos de medidas (radial, não-radial, hiperbólico), dentre outros.

Dentre os modelos básicos existentes, os que mais se destacam são os chamados CCR, fundamentados por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), também conhecido como Retorno Constante de Escala (CRS) — Constant Returns to Scale. Outro modelo também bastante utilizado é o modelo BCC, desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper em 1984, que passou a ser conhecido na literatura como Retorno Variável de Escala (VRS) — Variable Return to Scale.

### **2.3.1 Retornos constantes de escala**

O modelo CCR pressupõe retornos constantes de escala. De acordo com a teoria microeconômica neoclássica, tal característica se adapta melhor a períodos de longo prazo

(MARINHO, FAÇANHA, 2001). Compreender que variações na produção podem ocorrer em função das variações dos insumos é fundamental para avaliar a natureza dos retornos de escala. Rendimentos de escala servem de parâmetros para administradores e funcionários especializem-se em suas tarefas e fazem uso de instalações e equipamentos mais especializados. O retorno de escala poderá auxiliar nas decisões produtivas de longo prazo.

Se a produção dobra quando há a duplicação dos insumos, admite-se que, nesse processo de produção, há retornos constantes de escala. Dessa forma, o tamanho da empresa não é relevante na produtividade de seus insumos (PINDYCK, 1999).

Charnes et al. (1994) colocam que a técnica DEA estima e analisa a eficiência relativa das DMUs a partir do conceito “Ótimo de Pareto”. Nesse sentido, o aumento do produto necessariamente elevará o nível do insumo ou diminuirá a produção de um outro produto.

De acordo com Charnes et al., o modelo pode ser descrito da seguinte forma:

$$MAX \theta_{k0} = \frac{\sum_j \mu_j \gamma_{jk0}}{\sum_i v_i \chi_{ik0}}$$

Sendo que:

$$\frac{\sum_j \mu_j \gamma_{jk}}{\sum_i v_i \chi_{ik}} \leq 1 \text{ para } k = 1, \dots, n$$

$$\mu_j, v_i \geq \varepsilon$$

Onde:

$\theta_{k0}$  representa a taxa de eficiência da unidade  $k0$  em análise;

$\mu_j$  é o valor (preço) atribuído ao produto (*output*)  $j$ ;

$v_i$  é o valor (preço) atribuído ao insumo (*input*)  $i$ ;

$y_{jk}$  representa a quantidade produzida do produto  $j$  pela unidade  $k$ ;

$x_{ik}$  representa a quantidade consumida do insumo  $i$  pela unidade  $k$ ;

$\varepsilon$  é um número infinitesimal não euclidiano e maior que zero.

A idéia principal desse modelo é determinar valores ou preços para os produtos e insumos da DMU em análise  $k_0$ , buscando, assim, maximizar a relação entre insumos e produtos condicionados a tais preços. Embora a percepção dos processos produtivos de uma instituição de ensino superior seja complexa, devido à diversificação qualitativa dos professores (seus diferentes níveis pedagógicos), ao estoque acumulado de conhecimento, a situações adversas, como recursos físicos que influenciam a formação do aluno, dentre outros, a DEA tem sido uma ferramenta amplamente usada e bem aceita para a determinação da eficiência nessas instituições.

### 2.3.2 Retornos variáveis de escala

A presunção de que diferentes processos de produção podem gerar diferentes comportamentos na variação entre insumo e produto levou à reformulação do modelo CCR. O modelo de retornos variáveis de escala foi introduzido por Banker et al (1984), o qual passou a ser chamado de BCC (iniciais de seus nomes), também conhecida por VRS. Tanto o modelo CCR quanto o BCC são considerados modelos clássicos. Entretanto a principal diferença entre ambos reside na suposição quanto aos rendimentos de escala.

O BCC e o VRS assumem retornos variáveis de escala, ou seja, não assumem proporcionalidade entre o uso de *input* e a produção *output* (MELLO et al., 2003), ou seja:

$$\max h_0 = \sum_{j=1}^S \mu_j y_{j0} - \mu_*$$

s.a.

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1$$

$$\sum_{j=1}^s \mu_j y_{jk} - \sum_{i=0}^n v_i x_{ik} \leq 0 \quad k = 1, \dots, n$$

$$\mu_j, v_i \geq 0 \quad \forall x, y$$

$$\mu_* \in \mathfrak{R}$$

Nesse caso, para uma determinada DMU<sub>X</sub>:

$h_0$  = eficiência para DMU<sub>X</sub>;

$x_{ik}$  = input<sub>i</sub> da DMU<sub>K</sub>;

$y_{jk}$  = output<sub>j</sub> da DMU<sub>K</sub>;

$\mu_j, v_i$  representam o peso dado ao *output*<sub>j</sub> e ao *input*<sub>i</sub> respectivamente;

$\mu_*$  é um fator de escala, quando positivo, indica que a DMU está em região de retornos decrescente de escala, caso for negativo, os retornos de escala são crescentes.

Se a eficiência  $h_0$  foi igual a 1 (um), então a DMU em questão é eficiente. Segundo Mello et al. (2003), as variáveis de decisão problema de programação linear (PPL) são:  $\mu_j, v_i$  e  $\mu_*$

O autor coloca também que:

De forma não matemática, no modelo VRS uma DMU é eficiente se, na escala em que opera, é a que melhor aproveita os inputs que dispõe. A escolha do modelo VRS vem do fato de se poder lidar com eficiências de escala, ou seja, uma companhia eficiente não precisa ter a máxima relação entre *outputs* e *inputs*, uma vez que se considera a escala de operação (MELLO et al., 2003).

A partir dos modelos citados anteriormente, pode-se dizer que a decisão a ser tomada em relação ao *benchmarking* irá determinar a orientação do modelo. Dessa forma, quando se

opta por minimizar os *inputs*, mantendo constante os valores dos *outputs*, deve-se seguir orientação para o insumo; quando se opta por maximizar o *output*, mantendo constante os valores dos *inputs*, deve-se seguir orientação para o *output*.

Segundo Golany e Roll (1989 apud BRAZ, 2005), a homogeneidade de um grupo é explicada quando as unidades analisadas:

- a) realizam as mesmas tarefas com objetivos similares;
- b) atuam sob as mesmas condições de mercado;
- c) utilizam os mesmos *inputs* e produzem os mesmos *ouputs*, que diferem apenas em intensidade.

Através de um banco de dados fornecido pela administração central dos cursos, pode-se determinar os *inputs* e os *ouputs* relevantes para a análise. De posse das informações, é estimada a fronteira de eficiência, e, a partir daí, identifica-se quais unidades estão nessa fronteira e quais unidades não estão (*outliers*). Além disso, para as unidades relativamente ineficientes, é possível identificar quais são as suas debilidades comparativas, determinando quais os caminhos a serem seguidos, para se alcançar a fronteira de eficiência.

## 2.4 Aplicações da DEA

Segundo Bhat, Verma e Reuben (2001), a DEA tem sido utilizada para avaliação de serviços públicos, organizações sem fins lucrativos e empresas do setor privado. Os autores salientam algumas questões que a técnica pode ajudar a responder:

- a) como selecionar apropriadamente pontos de referências a serem seguidos para a melhoria de desempenho;
- b) quais instalações são mais eficientes;

c) se todas as operações da firma estivessem de acordo com a melhor prática, o quanto aumentaria o produto e o quanto diminuiria o insumo e em quais áreas.

Inúmeros são os setores que utilizam a DEA. No Brasil, essa técnica tem sido amplamente utilizada nos mais diversos segmentos. Um setor que tem sido consideravelmente explorado pela técnica é o setor de serviços, especificamente o de educação.

A versatilidade da DEA permite seu uso nos mais diversos segmentos. Um exemplo é o trabalho de Marinho (2001), que utilizou a técnica para avaliar o desempenho dos serviços de saúde<sup>10</sup> nos municípios do Estado do Rio de Janeiro, determinando os níveis ótimos de produção e de consumo. Nesse estudo, Marinho também determinou as relações entre eficiência técnica, Produto Interno Bruto, tamanho da população e prazo médio de internação dos municípios. O autor considerou que a saúde é um sistema de transformação complexo<sup>11</sup>, o que torna o uso da técnica DEA oportuno.

É interessante analisar que o autor optou por utilizar o modelo orientado para a produção (*output oriented model*). Possivelmente, tenha considerado o fato de que, se tratando de saúde, é mais interessante alcançar a eficiência através da expansão do produto, fixando a quantidade de insumos, do que manter fixa a oferta, reduzindo os insumos (*input oriented model*). Dessa forma, tratando-se de serviços públicos, pode-se aumentar o bem-estar social, atendendo a um maior número de pacientes. Esse raciocínio deve ser considerado também quando se trata dos demais serviços, como educação, concessões de benefícios sociais, repasse de verbas públicas, dentre outros.

Muitas vezes, as ineficiências são mascaradas por decisões administrativas superiores e não ao nível individual das mesmas. Um exemplo é o caso do estudo citado acima, onde o

---

<sup>10</sup> Especificamente, ambulatórios e hospitais

<sup>11</sup> Esta complexidade pode ser comparada com a complexidade das avaliações dos sistemas de educação, e, segundo o autor, a complexidade está caracterizada por: múltiplos insumos/produtos, tecnologia de difícil explicação e insumos/produtos com difícil mensuração monetária.

autor afirma que existem flagrantes exportações e importações múltiplas e incontroláveis de pacientes e de recursos entre os municípios. Segundo o autor:

As pessoas se movem entre os municípios, e os investimentos também não seguem racionalidades alheias às questões geográficas e de localização. O emprego de outras variáveis agregadas, que são fortes determinantes dos locais de atendimento dos cidadãos, também segue lógicas que reforçam o descolamento do lócus do atendimento em relação ao de residência das pessoas (MARINHO, 2001).

Façanha e Marinho (2001) utilizaram a DEA para avaliar as informações divulgadas pelos **Censos de Ensino Superior** no período 1995-98. A partir de dados fornecidos pelo Ministério da Educação, compararam o desempenho das instituições de ensino superior, governamentais e particulares das diferentes naturezas administrativas para a graduação.

Esses autores também abordaram, de forma secundária, as atividades de pós-graduação através das informações obtidas da Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (CAPES). Constatou-se que, em média, para todo o período analisado, a eficiência relativa das DMUs municipais é a mais elevada, seguida da eficiência relativa das DMUs particulares, das DMUs estaduais e das DMUs federais. Cabe salientar que, no início do período analisado (1995), havia 57 IES federais, 76 estaduais, 77 municipais e 684 particulares, e, no final do período em questão (1998), havia 57 federais, 74 estaduais, 78 municipais e 764 particulares.

Bandeira (2000) utilizou a DEA para criar um mapeamento por eficiência relativa para os departamentos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A autora buscou verificar se, mesmo funcionando de maneira distinta, os departamentos apresentam desempenhos similares. De forma sintética, os objetivos do trabalho foram:

- a) definir fatores relevantes para a avaliação quantitativa de departamentos acadêmicos;

- b) comparar objetivamente o desempenho dos departamentos, verificando suas eficiências relativas; e
- c) identificar metas para aumento da capacidade docente, demonstrando o quanto um departamento é menos eficiente do que outro, utilizando uma escala relacional que possibilitou destacar os fatores que determinaram as diferenças de eficiência entre os departamentos.

Nesse estudo, foram considerados 92 departamentos, utilizando três variáveis *input* relativas à capacidade docente e nove *outputs* relacionadas ao ensino, pesquisa e extensão. Ficou constatado que cerca de 50% dos departamentos se mostraram eficientes. A autora salienta que:

O sucesso de um modelo DEA depende fundamentalmente da escolha adequada das variáveis de *input/output*, cuidando-se para que essa escolha não seja induzida pelos interesses e ponto de vista de quem está aplicando a técnica (MOLINERO, 1996; FOSTER, 1994 apud BANDEIRA; BECKER; BORENSTEIN, 2001).

Mesmo tendo selecionadas as variáveis de forma cuidadosa, é necessário ter atenção na hora de interpretar os resultados. No trabalho citado acima, os resultados sugeriram a diminuição no índice de titulação, o que, segundo a pesquisadora, seria indesejável. Tal fato, salienta a autora, decorre do fato de que, com relação aos *outputs* produzidos, a titulação está superior ao necessário relativamente ao desempenho do conjunto dos departamentos.

Para o estudo citado acima, o modelo DEA utilizado foi “radial BCC, orientado para *output*”, dessa forma, manteve-se invariável o corpo docente e o pessoal de apoio atuais (*inputs*) e buscou-se maximizar os produtos (*outputs*), que, no estudo, configuravam ensino de graduação, pós-graduação, pesquisa e extensão.

De certa forma, a literatura tem mostrado que a escolha da orientação no uso da técnica DEA para empresas que não visem a lucro e/ou de serviço público se tem dado no sentido de maximizar o produto. Numa análise para universidade, a escolha do modelo

orientado para o produto (*output oriented*) torna-se relevante, no sentido de que o principal insumo numa instituição de ensino é o professor, e, como tal, sua redução seria uma incongruência.

Ribeiro e Fochezatto (2005) utilizaram a análise envoltória de dados para um estudo da eficiência e formação de *ranking* no sistema Unimed do Rio Grande do Sul. O estudo demonstrou um escore de eficiência relacionando outras unidades do conjunto para cada ano, sugerindo alvos para modificar os níveis de *inputs* e de *outputs*, com o propósito de atingirem a eficiência, além de sugerir uma análise de mudança da produtividade ao longo do tempo.

Um estudo recente desenvolvido por Braz (2005) avaliou, através da técnica DEA, o desempenho de 19 departamentos acadêmicos na Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), no período de 2003 e 2004. Para tanto, a autora construiu indicadores de desempenho para cada departamento: titulação dos docentes, produtividade em ensino, produtividade em pesquisa e produtividade em extensão. Para avaliar a pós-graduação *stricto sensu*, a autora incluiu a classificação Qualis<sup>12</sup>. Um dos argumentos da autora para utilizar modelos radiais com retornos constantes de escala (CCS) foi:

[...] justifica-se também por esse atribuir eficiência 100% para unidades com menor *input* e maior *output*, independentemente da relação entre eles. Neste caso, um departamento poderia ser considerado eficiente porque é de porte muito grande ou muito pequeno. Mello et al (2004 apud BRAZ, 2005).

A autora também argumentou que, por questões que podem ser principalmente identificadas na natureza de serviço público da universidade sob análise, optou por orientação para o produto, e, para tal, o *software* escolhido foi LINGO 9.0, por considerá-lo robusto. Os resultados foram considerados satisfatórios, pois constatou que a idade dos departamentos se mostrou bem menos fidedigna com a realidade da Unimontes do que a aplicação do modelo

---

<sup>12</sup> De acordo como o relatório da CAPES, Qualis é uma classificação de veículos de divulgação da produção intelectual dos programas brasileiros de pós-graduação *stricto sensu*.

da DEA apenas com indicador do número de docentes em tempo integral. Além disso, constatou-se também que a análise deve ser utilizada como ferramenta de otimização dos quesitos que mostraram falhas na garantia do desempenho satisfatório e na titulação dos docentes, buscando, dessa forma, orientar a instituição na alocação de recursos e de docentes, a fim de melhorar o desempenho dos departamentos que não atingiram a fronteira de eficiência.

Moita (1995) propôs a aplicação da DEA a um conjunto de unidades de produção constituído por escolas da rede municipal do Município de Rio Grande, no Estado do Rio Grande do Sul. A idéia era apresentar às autoridades competentes<sup>13</sup> um instrumento que servisse para gerar alternativas que primassem pelo aumento da produtividade das escolas municipais. A autora salientou que o País desperdiça com a evasão e a repetência de cerca de 57,1% das matrículas do primeiro grau. Para o estudo, a autora utilizou o modelo BCC, devido ao fato de a amostra das escolas utilizada ser de tamanho suficiente para permitir a elevação de rendimentos de escala variável. Segundo o estudo:

Concluiu-se, também, que a eficiência das escolas varia sistematicamente quando as características sócio-econômicas das comunidades forem levadas em consideração. Isto mostrou que grande parte do fracasso escolar tende a ser ocasionado pela situação sócio-econômica dos alunos e não somente por ineficiências administrativas (MOITA, 1995).

---

<sup>13</sup> Secretaria Municipal de Educação e Cultura.

## 2.5 O modelo utilizado neste trabalho

As DMUs, no presente trabalho representadas pelos cursos de graduação, têm os seus desempenhos relativos aferidos através da comparação de seus resultados (medidos em termos das quantidades geradas de seus diferentes produtos) e dos seus consumos (medidos pelos recursos que absorvem) com os resultados desenvolvidos pelas outras DMUs da amostra.

Qualquer DMU-curso que produza menores quantidades de produtos que qualquer outra que tenha o mesmo consumo de recursos será dita ineficiente. Analogamente, qualquer DMU-curso que gere os mesmos níveis de produtos e que consuma mais recursos que qualquer outra também será dita ineficiente.

Para este estudo, será considerado o período de cinco anos, os cursos com menos de cinco anos serão analisados em seus respectivos períodos de existência. Os dados foram cedidos pela administração da instituição a partir de seus respectivos bancos de dados.

Primeiramente, foram solicitados dados (*inputs* e *outputs*) quantitativos e qualitativos referentes à gestão dos cursos de graduação. Devido à dificuldade de desagregação dos dados em nível de cursos e da falta de avaliações qualitativas homogêneas curso a curso, alguns cursos e algumas variáveis tiveram que ser eliminados do estudo.

De posse dos dados, buscou-se selecionar e avaliar em quais cursos haveria condições de se utilizar a técnica DEA. Devido ao fato de a pesquisa se limitar a um período de tempo entre os anos de 2000 e 2004, alguns cursos foram excluídos, porque tinham um período de existência inferior ao tempo de conclusão da primeira turma (formatura). Esses cursos não foram avaliados, pois os resultados resultariam em “ineficiências mascaradas”.

Nesse estudo, cada curso é considerado unidade de decisão homogênea e descentralizada, denominada DMU. Dessa forma, serão avaliados 30 DMUs (cursos de

graduação) para o ano de 2000, 31 DMUs para o ano de 2001, 32 cursos para o ano de 2002, 32 cursos para o ano de 2003 e 34 cursos para o ano de 2004.

Para cada curso de graduação, foram cedidos os seguintes dados:

- *inputs* – hora-doutor, hora-mestre, hora-outros, evasão e vagas oferecidas.
- *outputs* – número de formandos, número de matriculados e receita.

Referentemente ao ano 2000, foram, primeiramente, repassados os dados referentes a 37 cursos, entretanto, conforme pode-se notar no Quadro 1, apenas 30 cursos entraram na análise. Para o ano de 2001, foram selecionados 32 cursos. Para os anos 2002 e 2003, foram selecionados 33 cursos. E, em 2004 foram selecionados 35 cursos. É importante ressaltar que cada curso representa uma DMU.

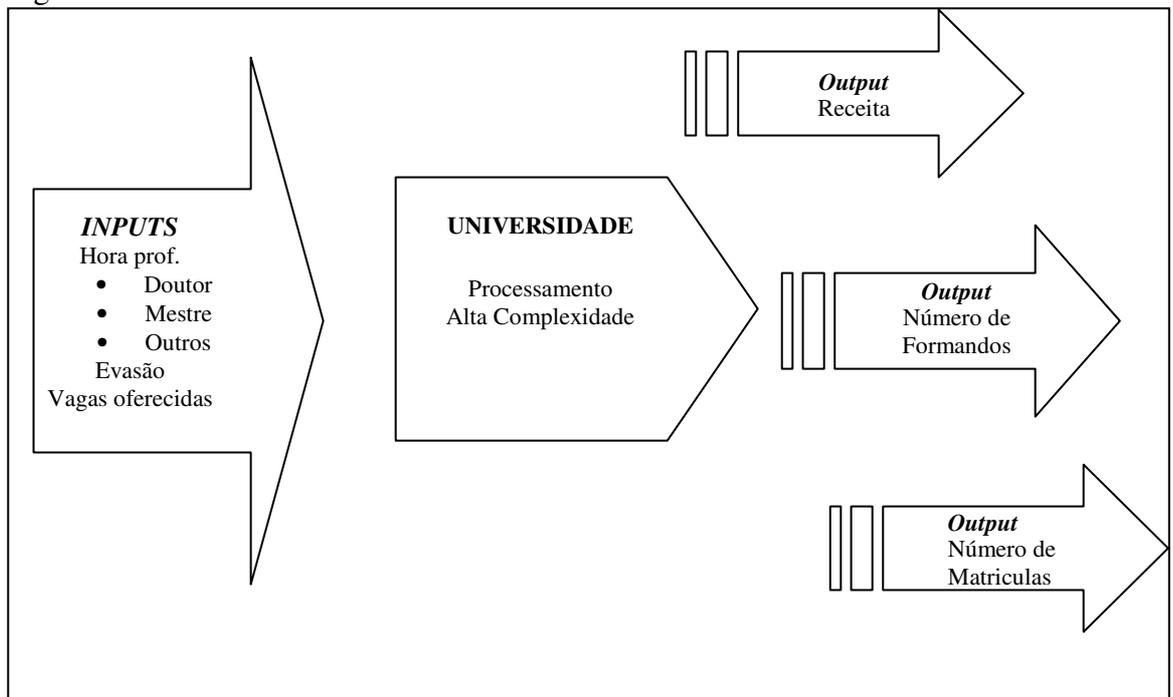
Quadro 1  
 Ranking das DMUs  
 Cursos selecionados, por ano, para este estudo

2000	2001	2002	2003	2004
Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
Na	Ba	Ba	Ba	Ba
Da	Na	Na	Na	Na
Ca	Da	Da	Da	Da
Ab	Ca	Ca	Ca	Ca
Ac	Ab	Ab	Ab	Ab
Fa	Ac	Ac	Ac	Ac
La	Fa	Fa	Fa	Fa
Eb	La	La	La	La
Ed	Eb	Eb	Eb	Eb
Ee	Ed	Ed	Ed	Ed
Ja	Ee	Ee	Ee	Ee
Je	Ja	Ia	Ia	Ha
Jg	Je	Ja	Ja	Ia
Jh	Jg	Je	Je	Ja
Ka	Jh	Jg	Jg	Je
Lb	Ka	Jh	Jh	Jg
Ma	Lb	Ka	Ka	Jh
Lc	Ma	Lb	Lb	Ka
Ld	Lc	Ma	Ma	Lb
Oa	Ld	Lc	Lc	Ma
Pa	Oa	Ld	Ld	Ib
Qa	Pa	Ao	Oa	Lc
Ra	Qa	Pa	Pa	Ld
Ga	Ra	Qa	Qa	Oa
Sa	Ga	Ra	Ra	Pa
Ta	Sa	Ga	Ga	Qa
Ua	Ta	Sa	Sa	Ra

(continua)				
2000	2001	2002	2003	2004
Va	Ua	Ta	Ta	Ga
Ef	Va	Ua	Ua	Sa
	Ef	Va	Va	Ta
		Ef	Ef	Ua
				Va
				Ef

O modelo final ficou configurado da seguinte forma:

Figura 8: Modelo DEA final.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a triagem e a seleção dos dados referente aos cursos, foi utilizado o *software* EMS 1.3.0<sup>14</sup>, para encontrar as DMUs eficientes. O modelo utilizado foi o mesmo proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), que segue e se aplica a unidades que trabalham com tecnologia de retornos constantes à escala. Dessa forma, o modelo escolhido compôs a seguinte estrutura: convexo, retornos constantes de escala, distância radial, sem imposição de limites mínimos e máximos para o valor do peso de cada variável e orientado para o insumo. Primeiramente, torna-se relevante justificar o uso do modelo CCR ou constante de escala. De

<sup>14</sup> Disponível para uso acadêmico em: <http://www.wiso.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems/>

acordo com Braz (2005), boa parte da literatura sobre DEA, especialmente aquela aplicada à área acadêmica — por exemplo, Bessent et al. (1983), Beasley (1990) e Sarrico et al. (1997) — utiliza modelos radiais, com retornos constantes de escala (CCS), nos quais a expansão dos produtos é diretamente proporcional à expansão dos insumos. A escolha do modelo CCR ao invés de BCC justifica-se também por este atribuir eficiência 100% para unidades com menor *input* e maior *output*, independentemente da relação entre eles. Nesse caso, um departamento poderia ser considerado eficiente só porque é de porte muito grande ou muito pequeno (SOARES DE MELLO; QUINTELLA; SOARES DE MELLO, 2004).

Grande parte da literatura que utiliza DEA para medir eficiência no sistema educacional justifica o uso “orientação para o produto”. O principal argumento refere-se à natureza de serviço público da universidade sob análise e a que seu principal insumo não pode ser minimizado, pois se sabe que os professores são os maiores responsáveis para que um determinado curso alcance seus objetivos de produtividade. Embora esse argumento seja verdadeiro, o fato é que, com a entrada no mercado de inúmeras instituições de ensino superior, as universidades passaram a rever seus custos, considerando, inclusive, a utilização do ensino à distância, que, em última instância, irá substituir, em parte, a aula presencial.

Nesse sentido, optou-se por utilizar o método orientado para o insumo, visto que também parecem ser uma preocupação das instituições privadas não só a expansão das matrículas e a melhora de seus desempenhos, mas também o controle de seus gastos.

É importante ressaltar que, de acordo com Banker, Charnes e Cooper (1984), há uma regra definida para o uso da técnica DEA. Essa regra determina o número máximo de *inputs* e *outputs* a serem utilizados em detrimento da razão do número de DMUs por três ( $inputs + outputs \leq \frac{n \circ DMU}{3}$ ). Nesse sentido, salienta-se que, para todos os anos em análise, essa regra foi respeitada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após rodar os dados no software EMS 1.3.0, de acordo com as características citadas anteriormente, chega-se aos resultados mostrados nas Tabelas 3 e 4 para os anos de 2000, 2001 e 2002 e 2003 e 2004 respectivamente. Os cursos eficientes estão em escala ordinal, de acordo com sua eficiência, onde o primeiro é mais eficiente que o segundo. Sendo que, de acordo com a técnica, as DMUs que apresentarem resultado inferior a 100% (DMU < 100), são ditas ineficientes.

Tabela 3

Classificação ordinal de eficiência das DMUs — 2000-02

ORDEM	2000		ORDEM	2001		ORDEM	2002	
	DMUs	Escores (%)		DMUs	Escores (%)		DMUs	Escores (%)
1	Aa	100,00	1	Aa	100,00	1	Aa	100,00
1	Na	100,00	1	Ba	100,00	1	Ba	100,00
1	Da	100,00	1	Na	100,00	1	Na	100,00
1	Ab	100,00	1	Da	100,00	1	Da	100,00
1	Fa	100,00	1	Ab	100,00	1	Ab	100,00
1	La	100,00	1	Fa	100,00	1	Fa	100,00
1	Ed	100,00	1	La	100,00	1	La	100,00
1	Ja	100,00	1	Ed	100,00	1	Ed	100,00
1	Jh	100,00	1	Jh	100,00	1	Je	100,00
1	Ka	100,00	1	Ka	100,00	1	Jh	100,00
1	Lc	100,00	1	Ld	100,00	1	Ka	100,00
1	Qa	100,00	1	Qa	100,00	1	Ld	100,00
1	Ra	100,00	1	Sa	100,00	1	Qa	100,00
1	Sa	100,00	1	Ua	100,00	1	Sa	100,00
1	Ta	100,00	1	Ef	100,00	1	Ef	100,00
1	Ef	100,00	2	Ee	97,48	2	Lc	99,96
2	Eb	99,59	3	Ra	97,43	3	Ee	98,45
3	Ee	94,83	4	Eb	97,25	4	Eb	97,85
4	Ua	94,33	5	Ca	97,19	5	Ra	97,43
5	Je	93,65	6	Lc	96,71	6	Va	96,94
6	Ac	91,48	7	Ga	92,45	7	Ta	90,18
7	Ga	90,27	8	Pa	91,54	8	la	88,77
8	Jg	87,30	9	Ma	89,85	9	Ga	88,35
9	Va	86,96	10	Je	88,47	10	Ua	85,90
10	Ca	82,44	11	Va	87,61	11	Ac	85,54
11	Ld	81,19	12	Ac	79,38	12	Ca	84,23
12	Ma	68,87	13	Ta	78,81	13	Oa	80,14
13	Oa	65,59	14	Oa	77,70	14	Ma	74,55
14	Pa	56,63	15	Jg	75,51	15	Ja	73,29
15	Lb	52,16	16	Ja	72,43	16	Jg	69,91
			17	Lb	52,00	17	Pa	69,54
						18	Lb	66,22

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Banco de dados da instituição pesquisada.

Tabela 4

## Classificação ordinal de eficiência das DMUs — 2003-04

ORDEM	2003		ORDEM	2004	
	DMUs	Escores (%)		DMUs	Escores (%)
1	Aa	100,00	1	Aa	100,00
1	Ba	100,00	1	Ba	100,00
1	Na	100,00	1	Na	100,00
1	Da	100,00	1	Da	100,00
1	Ab	100,00	1	Ab	100,00
1	Fa	100,00	1	Fa	100,00
1	La	100,00	1	La	100,00
1	Eb	100,00	1	Ed	100,00
1	Ed	100,00	1	Ha	100,00
1	la	100,00	1	Je	100,00
1	Je	100,00	1	Ka	100,00
1	Ka	100,00	1	Lb	100,00
1	Lb	100,00	1	lb	100,00
1	Lc	100,00	1	Lc	100,00
1	Ld	100,00	1	Ld	100,00
1	Qa	100,00	1	Qa	100,00
1	Ra	100,00	1	Sa	100,00
1	Sa	100,00	1	Va	100,00
1	Va	100,00	1	Ef	100,00
1	Ef	100,00	2	Ja	99,60
2	Ee	98,00	3	Ra	99,60
3	Ua	97,34	4	Eb	98,86
4	Ca	92,10	5	Ee	97,64
5	Ac	90,73	6	la	95,14
6	Ga	90,57	7	Ua	94,42
7	Ja	89,02	8	Ga	91,26
8	Jh	84,37	9	Jg	89,05
9	Jg	81,87	10	Ca	87,91
10	Ta	72,51	11	Ac	79,27
11	Oa	66,31	12	Jh	77,35
12	Pa	52,92	13	Pa	71,58
13	Ma	52,45	14	Ma	67,88
			15	Ta	65,16
			16	Oa	61,19

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Elaborado pelo autor.

De acordo com as Tabelas 3 e 4, existem um grupo de 11 DMUs que permaneceram, ao longo do tempo, no nível máximo de eficiência: Aa, Na, Da, Ab, Fa, La, Ed, Ka, Qa, As e Ef. Salienta-se que a DMU Ba não participa da análise no ano de 2000, entretanto, a partir desse ano, sua avaliação foi de 100% nos demais anos em estudo, assim como a DMU Ib e a Ha, que participaram apenas no ano de 2004 e atingiram os 100%. De forma análoga,

constata-se que há um grupo de sete DMUs que, ao longo do tempo, permaneceram sempre ineficientes: Ee, Ac, Ga, Jg, Ca, Ma e Ao.

As demais DMUs não participaram desses dois grupos porque seus desempenhos oscilaram entre eficientes e ineficientes ao longo do tempo. Nesse sentido, a Tabela 5 apresenta as DMUs com seus respectivos desvios padrão.

Tabela 5  
Percentual de eficiência das DMUs e seu desvio padrão — 2000-04

DMUs	ANOS					DESVIO PADRÃO
	2000	2001	2002	2003	2004	
Aa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Ab	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Ba	0,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Da	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Ed	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Ef	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Fa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Ha	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Ib	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00
Ka	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
La	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Na	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Qa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Sa	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,00
Eb	99,59	97,25	97,85	100,00	98,86	1,15
Ra	100,00	97,43	97,43	100,00	99,60	1,34
Ee	94,83	97,48	98,45	98,00	97,64	1,42
Lc	100,00	96,71	99,96	100,00	100,00	1,47
Ga	90,27	92,45	88,35	90,57	91,26	1,50
Je	93,65	88,47	100,00	100,00	100,00	5,23
Ua	94,33	100,00	85,90	97,34	94,42	5,30
Ia	0,00	0,00	88,77	100,00	95,14	5,63
Ac	91,48	79,38	85,54	90,73	79,27	5,90
Ca	82,44	97,19	84,23	92,10	87,91	5,99
Va	86,96	87,61	96,94	100,00	100,00	6,53
Oa	65,59	77,70	80,14	66,31	61,19	8,26
Ld	81,19	100,00	100,00	100,00	100,00	8,41
Jg	87,30	75,51	69,91	87,87	89,05	8,67
Jh	100,00	100,00	100,00	84,37	77,35	10,77
Ma	68,87	89,85	74,55	52,45	67,88	13,47
Ja	100,00	72,43	73,29	89,02	99,60	13,53
Ta	100,00	78,81	90,18	72,51	65,16	13,90
Pa	56,63	91,54	69,54	52,92	71,58	15,21
Lb	52,16	52,00	66,22	100,00	100,00	24,36

FONTE: Tabelas 3 e 4.

Estrategicamente, os desvios padrão poderão orientar no sentido de que, com o passar do tempo, as diferenças poderão dar ao rumo à eficiência ou à ineficiência, já que as oscilações podem sinalizar algum tipo de tendência. A DMU Lb, por exemplo, que apresentou um desvio padrão de 24,36, de certa forma, tem apresentado melhora em seu desempenho ao longo do tempo, contrariamente a DMU Jh que, durante os três primeiros anos em análise, compôs a fronteira de eficiência e, nos dois anos seguintes, apresentou significativa ineficiência relativa.

Essas constatações poderão servir de referência nas tomadas de decisões dos gestores, no sentido de corrigir possíveis distorções. De forma mais clara, a Figura 9 expõe, ao longo do tempo, as oscilações de cada DMU. Salienta-se que a posição das DMUs Ba, Ha, Ia e Ib, que se encontram na linha das coordenadas (score = zero) indica que, nos respectivos anos, elas ainda não existiam.

Conforme pode ser analisado na Figura 9, ao longo dos cinco anos em análise, houve inúmeras variações de cada DMU em relação a ela mesma, assim como variações relativas entre DMUs diferentes. Por exemplo, a DMU Lb, que, nos dois primeiros anos, se encontrava na casa dos 50%, em 2002, passou para 66% e, nos dois últimos anos, permaneceu na fronteira de eficiência, apresentando o maior desvio padrão de todas DMUs analisadas.

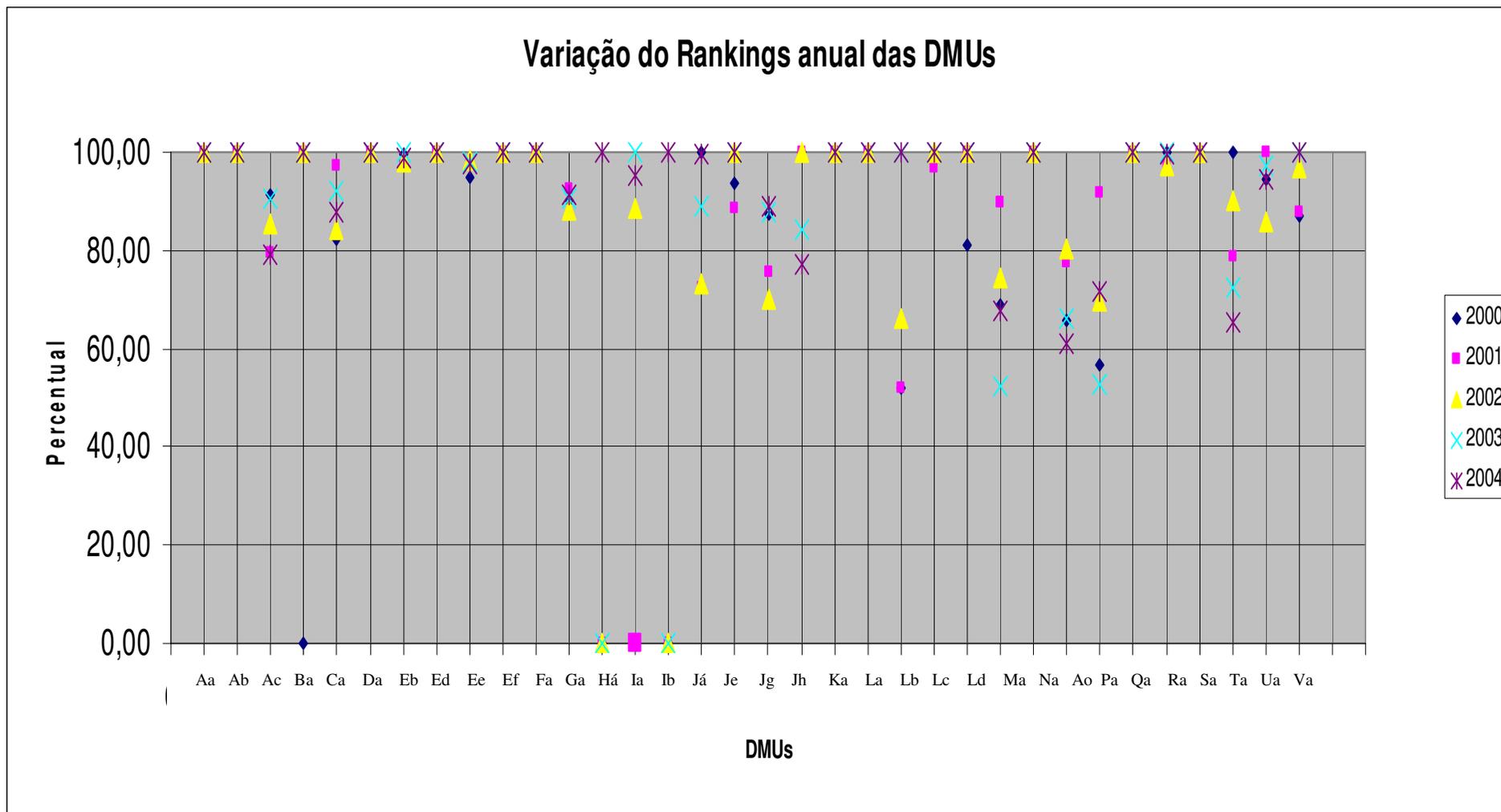
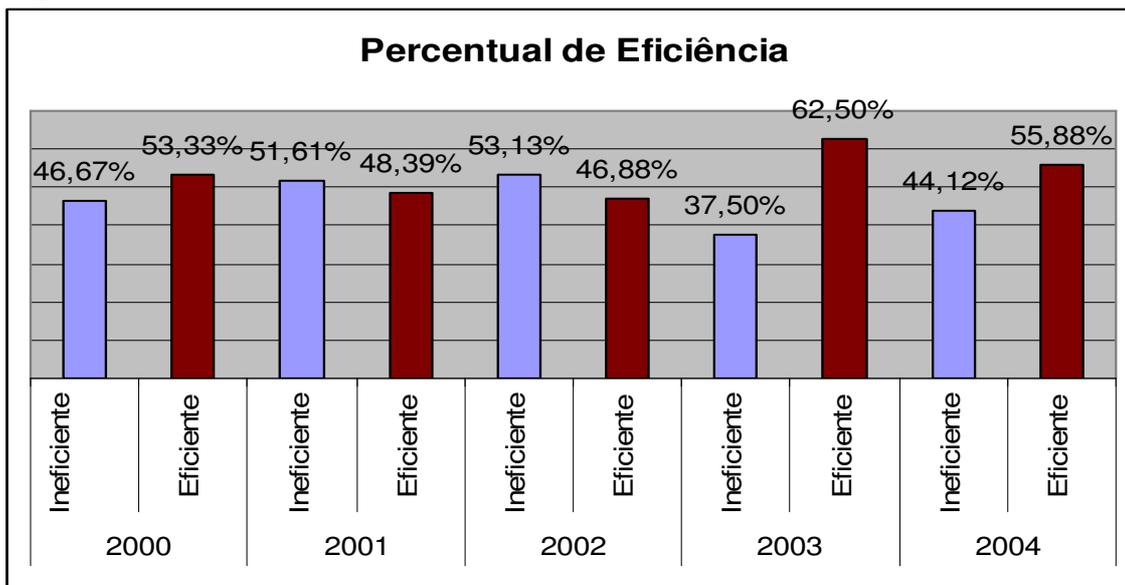


Figura 9: Variação do ranking anual das DMUs — 2000-04.

FONTE: Tabela 5. Obs. Os valores de eficiência igual a zero para as DMUs Ba, Ha, Ia e Ib não significam ineficiência. Estes resultados decorrem da falta de dados para os respectivos anos.

De uma maneira geral, a Figura 10 mostra o percentual das DMUs eficientes e ineficientes. Destaca-se que há uma oscilação entre a eficiência e a ineficiência ao longo do tempo, sendo que, em 2000, 2003 e 2004, o percentual de DMUs eficientes superou o das DMUs menos eficientes.

Figura 10: Percentual de eficiência e de ineficiência das DMUs — 2000-04.



FONTE: Tabela 5.

Uma das principais vantagens da técnica DEA está justamente em encontrar soluções de eficiência para as DMUs menos eficientes, os chamados *benchmarkings*. De acordo com Ribeiro (2003 apud JONHSTON; CLARK, 2001), “[...] *benchmarking* é a mensuração de uma organização em relação a alguma meta”. Dessa forma, as DMUs, ao realizarem *benchmarking*, devem avaliar seu próprio nível de desempenho e estabelecer metas de desempenho realista e, a partir daí, detectar novas idéias e práticas. Nesse sentido, a DEA permite criar um conjunto de referências por combinação linear que projeta a DMU ineficiente para a fronteira de eficiência (MARINHO, 1988).

As possíveis identificações dos pares eficientes do conjunto de referências podem ser analisadas a partir dos Quadros 2 e 3.

Quadro 2

## Benchmarkings das DMUs ineficientes em 2000-02

2000		2001		2002	
DMU		DMU		DMU	
Ineficiente	Benchmarkings	Ineficiente	Benchmarkings	Ineficiente	Benchmarkings
Ca	Da, Lc, Sa	Ca	Da, Ed	Ca	Fa, Ed
Ac	Sa, Na, Ta	Ac	Aa, Na, Fa	Ac	Fa, Je, Sa
Eb	Da, Fa, Ed, Sa	Eb	Da, Ed, Sa	Eb	Da, Ed, Ka, Sa
Ee	Da, Fa, Lc, Sa	Ee	Aa, Fa, Ed, Sa	Ee	Aa, Da, Fa, Ed, Ef
Je	Na, Ja	Ja	Aa, Da, Fa, Ed	Ia	Fa, Ed, Qa, Sa
Jg	Aa, Na, Ja	Je	Aa, Na, Fa	Ja	Aa, Ba, Fa
Lb	Aa, Lc, Ta	Jg	Aa, Na, Fa	Jg	Aa, Na, Je, Sa
Ma	Fa, Ka, Lc, Ta	Lb	Aa, Fa, Sa	Lb	Na, Je, Qa
Ld	Aa, Sa	Ma	Fa, Ed	Ma	Da, Ed
Oa	Fa, Lc, Sa	Lc	Aa, Na, Fa	Lc	Aa, Sa, Ef
Pa	Lc, Qa, Ta	Oa	Da, Ed	Oa	Fa, Ed
Ga	Aa, Ed, Lc, Sa	Pa	Da, Ed	Pa	Fa, Ed
Ua	Qa, Sa	Ra	Qa, Sa	Ra	Da, Ka, Qa, Sa
Va	Da, Lc, Sa	Ga	Aa, Ed, Ld, Sa, Ef	Ga	Aa, Da, Sa, Ef
		Ta	Fa, Ed	Ta	Fa, Je
		Va	Ed, Sa	Ua	Da, Sa
				Va	Da, Sa

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 3

## Benchmarkings das DMUs ineficientes em 2003-04

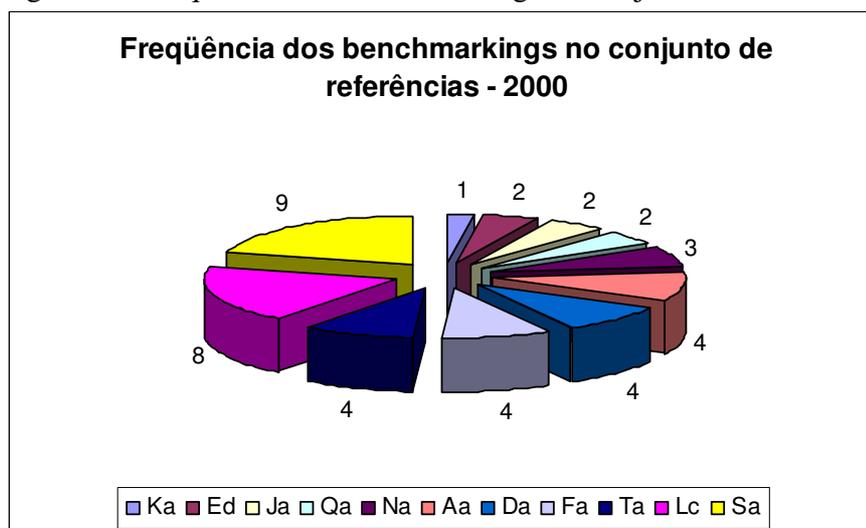
2003		2004	
DMU		DMU	
Ineficiente	Benchmarkings	Ineficiente	Benchmarkings
Ca	Fa, Ia, Ra	Ca	Fa, Je, Ld, Qa, Sa
Ac	Ba, Na, Fa, Je	Ac	Ba, Fa, Ha, Je, Ld
Ee	Da, Ab, Fa, Ef	Eb	Da, Fa, Ed, Ka, Ld
Ja	Aa, Ba, Na, Fa	Ee	Da, Fa, Ed, Ka, Ib, Ld, Sa
Jg	Na, Fa, Je	Ia	Na, Ha, Ib, Sa
Jh	Aa, Na, Ia, Sa	Ja	Aa, Ba, Fa
Ma	Na, Ia	Jg	Na, Je, Sa
Oa	Na, Fa, Ia	Jh	Na, Ib, Ld, Sa
Pa	Na, Ia	Ma	Da, Ld
Ga	Da, Ab, Fa, Ef	Oa	Je, Ld, Qa, Sa
Ta	Na, Fa, Ia, Sa	Pa	Ha, Ld, Qa
Ua	Da, Fa, Ka, Sa	Ra	Da, Ld, Qa
		Ga	Da, Ab, Fa, Ld
		Ta	Je, Ld, Qa, Sa
		Ua	Aa, Na, Fa, Je, Ld

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota-se que, para uma DMU menos eficiente, pode haver mais de uma referência, pois, dependendo da combinação linear a ser feita, pode-se chegar a um ou a outro *benchmarking*. Teoricamente, esse tipo de decisão deve atender às necessidades gerenciais,

assim como à factibilidade da combinação linear. A partir dos Quadros 2 e 3, pode-se notar que, para cada DMU ineficiente, há um conjunto de referências. Sendo que, para o ano de 2000, a DMU Sa é referenciada nove vezes, seguida pela DMU Lc. No total, o ano de 2000 referenciou 43 unidades eficientes para seu grupo de DMUs ineficientes. Veja-se, na Figura 11, como ficou a frequência dos *benchmankings*.

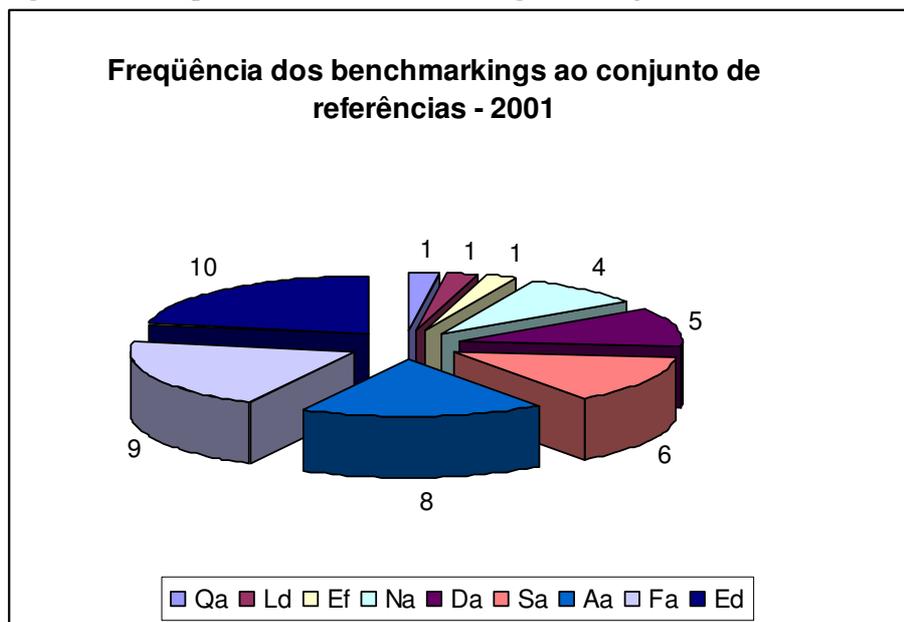
Figura 11: Frequência dos benchmarkings no conjunto de referência — 2000.



FONTE: Quadro 2.

Note-se que, de acordo com a Figura 11, as DMUs Aa, Fa, Da e Ta foram referenciadas quatro vezes. Já para o ano de 2001, a frequência dos *benchmankings* referenciou 10 vezes a DMU Ed, nove vezes a DMU Fa e oito vezes a DMU Aa. Confiram-se, na Figura 12, as demais sugestões de referências.

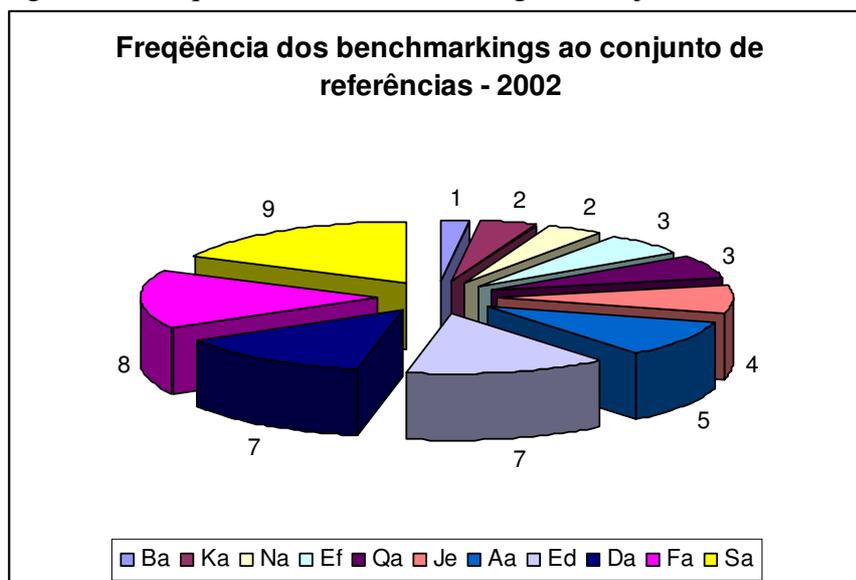
Figura 12: Frequência dos benchmarkings no conjunto de referência — 2001.



FONTE: Quadro 2.

De forma similar, no ano de 2002, as principais referências indicadas foram a DMU As, com nove indicações, DMU Fa, com oito, e as DMUs Ed e Da, ambas com sete indicações conforme pode ser visto na Figura 13.

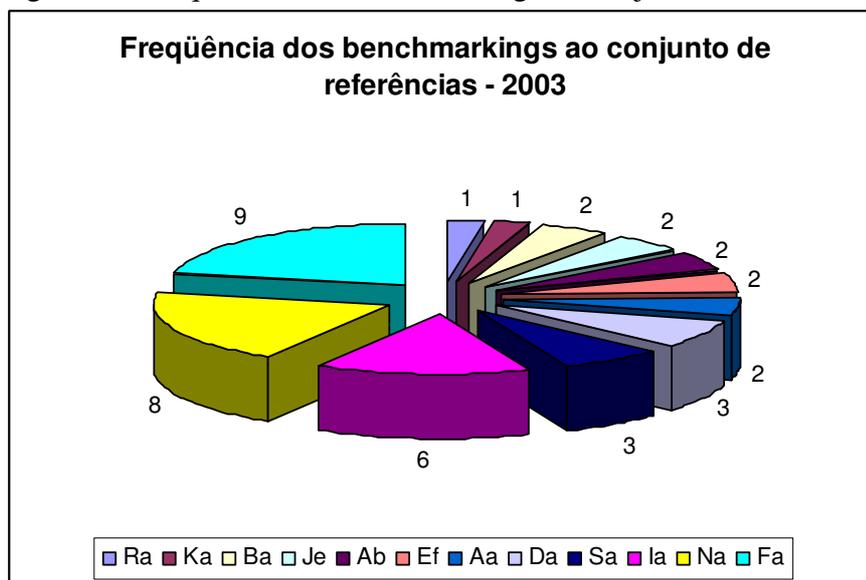
Figura 13: Frequência dos benchmarkings no conjunto de referência — 2002.



FONTE: Quadro 2.

No ano de 2003, foram sugeridas 41 proposta de *benchmarks* para as 12 DMUs ineficientes, sendo que a frequência de cada uma delas pode ser vista na Figura 14.

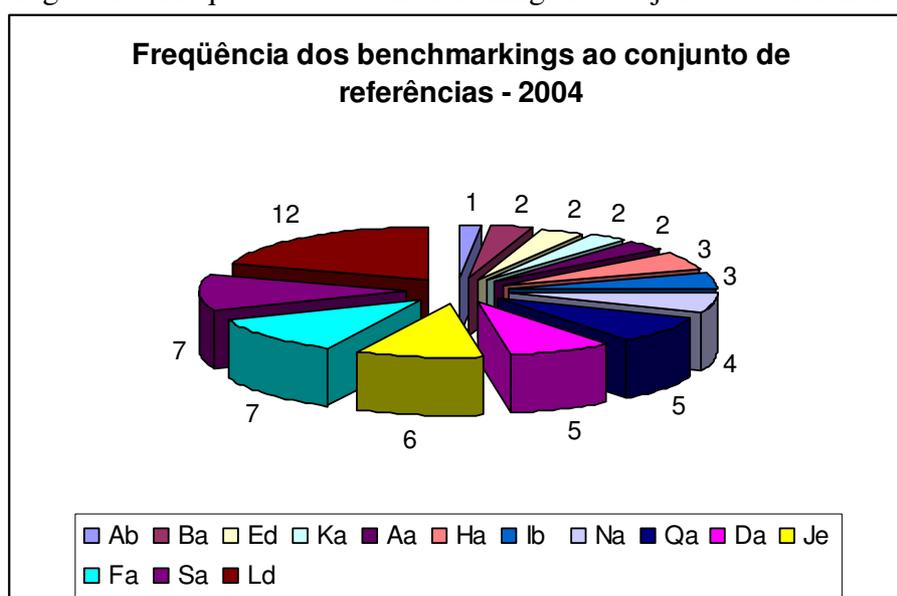
Figura 14: Frequência dos benchmarks no conjunto de referências — 2003.



FONTE: Quadro 3.

Por último, no ano de 2004, que apresentou 15 DMUs ineficientes, o modelo sugeriu 61 propostas de *benchmarks*, o maior número de *benchmarks* de todos os anos. Somente a unidade Ld foi sugerida 12 vezes, conforme pode ser conferido na Figura 15.

Figura 15: Freqüência dos benchmarkings no conjunto de referência — 2004.



FONTE: Quadro 3.

Até aqui, mostraram-se as DMUs eficientes e menos ineficientes, cabe, agora, salientarem--se as principais correções sugeridas pelo modelo. A DEA possibilita projetar as unidades ineficientes para a fronteira de eficiência, sugerindo valores ótimos de produção e de insumo. De certa forma, essa análise permite ao gestor planejar metas a serem desenvolvidas pelas DMUs, conjuntamente com observações de seu par referencial, a fim de encaminhá-la para a fronteira de eficiência.

Os valores efetivos para cada ano analisado, juntamente com os valores ótimos para cada DMU ineficiente, são demonstrados nas Tabelas 6, 7, 8 e 9. Evitou-se colocar os dados das DMUs eficientes, visto que, conceitualmente, ao atingirem uma eficiência relativa, alcançaram seus valores ótimos.

Entretanto é importante ressaltar, para a análise das tabelas, a importância de distinguir as variáveis *inputs* e as *outputs*. As variáveis *inputs* aparecem, no cabeçalho da tabela, sempre com a seguinte notação {I}. Nesses casos, toda sugestão (ótima) indicada refere-se justamente à redução do insumo. De forma análoga, as variáveis *outputs*

aparecem, no cabeçalho, com a indicação {O}, e todas as sugestões (ótima) vão no sentido de aumentá-las.

### 3.1 Determinação dos alvos

Tabela 6

Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs menos eficientes — 2000

DMUs	ESCORES (%)	VARIÁVEIS INPUT									
		Hdoutor {I}		Hmestre {I}		Outros {I}		Evasão {I}		Vagas Oferecidas {I}	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	82,44	5.134,00	3.850,43	4.658,00	561,69	3.576,00	1.135,64	86,00	0,00	132,00	0,00
Ac	91,48	2.729,00	690,09	2.998,00	188,93	1.162,00	548,13	52,00	0,00	132,00	0,00
Eb	99,59	1.071,00	775,49	2.673,00	0,00	5.241,00	2.337,46	114,00	0,00	160,00	0,00
Ee	94,83	260,00	19,22	1.766,00	0,00	3.266,00	308,52	82,00	0,00	160,00	0,00
Je	93,65	4.191,00	387,29	5.052,00	0,00	1.824,00	775,84	86,00	0,00	264,00	18,63
Jg	87,30	2.270,00	0,00	4.574,00	1.132,38	1.702,00	884,71	71,00	0,00	264,00	69,48
Lb	52,16	1.750,00	846,62	2.234,00	986,84	156,00	0,00	12,00	0,00	66,00	19,54
Ma	68,87	3.779,00	591,97	4.778,00	1.119,35	2.478,00	0,00	28,00	0,00	132,00	5,05
Ld	81,19	1.216,00	812,61	1.830,00	176,68	402,00	0,00	44,00	0,00	132,00	51,83
Oa	65,59	4.539,00	2.605,57	7.486,00	1.548,22	5.598,00	2.483,25	93,00	0,00	180,00	0,00
Pa	56,63	4.249,00	2.069,17	8.642,00	4.156,76	7.890,00	3.885,68	20,00	0,00	132,00	24,02
Ga	90,27	1.380,00	500,54	6.954,00	0,00	3.016,00	0,00	235,00	0,00	648,00	0,00
Ua	94,33	472,00	0,00	3.636,00	65,97	1.169,00	150,61	58,00	3,26	66,00	0,00
Va	86,96	954,00	789,40	2.656,00	1.801,67	428,00	0,00	15,00	0,00	66,00	0,00

DMUs	ESCORES (%)	VARIÁVEIS OUTPUT					
		Número de Formandos {O}		Número de Matriculados {O}		Receita (R\$) {O}	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	82,44	68,00	0,00	805,00	0,00	2.012.642,75	549.768,34
Ac	91,48	29,00	0,00	933,00	0,00	2.096.572,28	524.817,41
Eb	99,59	107,00	0,00	1.216,00	0,00	3.697.795,66	93.480,95
Ee	94,83	72,00	0,00	1.017,00	0,00	2.907.201,87	112.390,84
Je	93,65	44,00	1,63	1.609,00	0,00	4.346.532,73	493.585,14
Jg	87,30	28,00	10,35	1.190,00	0,00	3.365.017,02	0,09
Lb	52,16	5,00	0,00	107,00	0,00	177.424,91	50.484,06
Ma	68,87	16,00	0,00	362,00	0,00	896.074,81	0,00
Ld	81,19	30,00	0,00	450,00	91,99	809.241,19	532.256,69
Oa	65,59	58,00	0,00	785,00	0,00	1.615.266,89	570.058,71
Pa	56,63	11,00	0,00	167,00	0,00	367.355,02	0,02
Ga	90,27	182,00	0,00	2.252,00	1.139,75	4.364.674,21	2.699.854,54
Ua	94,33	49,00	0,00	467,00	143,54	1.006.050,88	942.184,32
Va	86,96	13,00	0,00	142,00	38,95	254.787,42	86.020,15

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Elaborado pelo autor.

Avaliando as recomendações da Tabela 6, nota-se que, no conjunto dos cursos ineficientes, o esforço necessário em termos de receita para torná-los eficientes é de R\$

6.654.901,26 a mais no ano. Em especial, para a DMU Ga, para a qual foi recomendado um incremento de receita total de R\$ 2.699.854,54, que, por sua vez, impacta sobre o número de alunos matriculados, para o qual foi sugerido cerca de mil novos alunos.

Em relação às vagas oferecidas, os resultados apontam uma redução de, aproximadamente, 70 vagas somente para a DMU Jg.

Tabela 7

Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs menos eficientes — 2001

DMUs	Escores (%)	VARIÁVEIS INPUT									
		Hdoutor {I}		Hmestre {I}		Outros {I}		Evasão {I}		Vagas Oferecidas {I}	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	97,19	6.863,00	6.453,90	6.439,00	4.623,88	3.490,00	48,81	73,00	0,00	132,00	8,04
Ac	79,38	3.836,00	2.094,57	2.964,00	823,10	1.272,00	0,00	49,00	0,00	132,00	0,00
Eb	97,25	900,00	346,05	3.935,00	158,34	5.641,00	2.028,62	106,00	0,00	160,00	0,00
Ee	97,48	371,00	0,00	2.930,00	406,89	2.020,00	0,00	69,00	0,00	160,00	31,52
Ja	72,43	344,00	0,00	2.669,00	378,39	4.660,00	0,00	87,00	0,00	264,00	26,02
Je	88,47	5.016,00	429,75	5.136,00	0,00	1.134,00	0,00	87,00	0,00	264,00	26,01
Jg	75,51	3.267,00	0,00	4.986,00	862,20	1.278,00	0,00	68,00	0,00	264,00	56,45
Lb	52,00	1.750,00	879,23	2.234,00	939,27	156,00	0,00	12,00	0,00	66,00	22,33
Ma	89,85	4.588,00	4.038,83	4.870,00	3.838,06	2.640,00	1.574,86	20,00	0,00	132,00	80,58
Lc	96,71	52,00	0,00	849,00	582,01	256,00	0,00	10,00	0,00	66,00	39,82
Oa	77,70	4.857,00	3.631,23	9.764,00	6.402,24	5.008,00	431,26	83,00	0,00	180,00	25,10
Pa	91,54	3.687,00	3.350,96	10.282,00	9.194,76	7.172,00	5.779,91	15,00	0,00	132,00	95,77
Ra	97,43	3.969,00	1.217,86	8.132,00	1.394,11	4.660,00	683,97	74,00	0,00	75,00	0,00
Ga	92,45	1.380,00	0,00	6.954,00	0,00	3.016,00	0,00	235,00	0,00	648,00	316,93
Ta	78,81	4.344,00	3.323,10	5.863,00	4.029,65	2.320,00	721,89	26,00	0,00	132,00	47,05
Va	87,61	1.190,00	746,96	3.164,00	792,63	234,00	0,00	33,00	0,00	66,00	25,43

DMUs	ESCORES (%)	VARIÁVEIS OUTPUT					
		Número de Formandos {O}		Número de Matriculados {O}		Receita (R\$) {O}	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	97,19	67,00	0,00	869,00	0,00	1.897.369,61	1.009.422,51
Ac	79,38	24,00	3,18	891,00	0,00	2.063.139,43	370.031,31
Eb	97,25	97,00	0,00	1.277,00	0,00	3.970.117,45	159.543,93
Ee	97,48	59,00	0,00	1.091,00	0,00	3.065.242,34	92.435,43
Ja	72,43	53,00	0,00	1.342,00	61,59	3.974.423,32	0,00
Je	88,47	46,00	1,01	1.656,00	0,00	4.535.229,57	291.147,56
Jg	75,51	18,00	14,20	1.159,00	0,00	3.244.271,94	110.510,38
Lb	52,00	5,00	0,00	107,00	0,00	177.424,91	102.403,89
Ma	89,85	16,00	0,00	329,00	0,00	707.939,02	260.516,34
Lc	96,71	7,00	0,27	211,00	0,00	303.945,13	238.196,14
Oa	77,70	61,00	0,00	768,00	0,00	1.367.313,99	1.270.935,84
Pa	91,54	13,00	0,00	161,00	0,00	306.595,69	254.705,47
Ra	97,43	66,00	0,00	694,00	73,22	3.371.442,39	22.665,10
Ga	92,45	182,00	0,00	2.252,00	0,00	4.364.674,21	2.175.947,05
Ta	78,81	17,00	0,00	508,00	0,00	1.075.996,92	338.400,03
Va	87,61	27,00	0,00	237,00	80,28	218.046,51	799.833,56

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Elaborado pelo autor.

Para o ano 2001, no conjunto de 16 DMUs ineficientes, foi sugerido um aumento de receita anual no montante de R\$ 7.496.694,54, chamando atenção as DMUs Ga, Ao e Ca. Além disso, as DMUs Va, Ra e Ja requerem um aumento da ordem de 80, 73 e 61 no número de matrículas, respectivamente. De certa forma, quase todas as 16 DMUs ineficientes apresentam problemas com excesso de vagas oferecidas.

Tabela 8

Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs ineficientes — 2002

DMUs	ESCORES (%)	VARIÁVEIS INPUT									
		Hdoutor {I}		Hmestre {I}		Outros {I}		Evasão {I}		Vagas Oferecidas {I}	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	84,23	9.735,00	7.693,59	6.934,00	3.808,48	3.301,00	636,45	90,00	0,00	132,00	4,87
Ac	85,54	2.924,00	1.267,11	3.373,00	845,49	1.210,00	0,00	51,00	0,00	132,00	0,00
Eb	97,85	1.062,00	0,00	3.903,00	0,00	4.711,00	1.523,23	127,00	3,17	160,00	0,00
Ee	98,45	223,00	0,00	3.283,00	1.409,67	1.799,00	0,00	95,00	0,00	160,00	0,00
Ia	88,77	565,00	0,00	3.900,00	1.865,57	1.229,00	0,00	46,00	0,00	120,00	45,11
Ja	73,29	655,00	0,00	3.270,00	210,17	3.684,00	0,00	107,00	0,00	264,00	39,97
Jg	69,91	3.780,00	129,02	4.340,00	78,56	662,00	0,00	82,00	0,00	264,00	0,00
Lb	66,22	1.750,00	646,94	2.234,00	944,50	156,00	0,00	12,00	0,00	66,00	14,29
Ma	74,55	4.121,00	2.869,20	5.304,00	3.120,97	2.820,00	1.110,05	45,00	0,00	132,00	55,11
Lc	99,96	52,00	0,00	893,00	397,92	212,00	0,00	23,00	0,00	66,00	27,85
Oa	80,14	4.667,00	3.308,44	11.258,00	7.256,92	3.557,00	967,04	83,00	0,00	180,00	49,20
Pa	69,54	4.197,00	2.845,09	10.049,00	6.654,98	5.764,00	3.631,50	19,00	0,00	132,00	71,08
Ra	97,43	5.101,00	1.282,16	8.811,00	3.005,05	3.670,00	0,00	78,00	0,00	75,00	0,00
Ga	88,35	1.380,00	0,00	6.954,00	31,20	3.016,00	0,00	235,00	0,00	648,00	271,62
Ta	90,18	5.043,00	4.197,87	5.713,00	4.251,90	1.587,00	578,56	34,00	0,00	132,00	53,59
Ua	85,90	1.238,00	621,22	2.766,00	720,61	1.004,00	0,00	50,00	0,00	66,00	7,74
Va	96,94	1.412,00	934,31	2.914,00	1.418,09	80,00	0,00	22,00	0,00	66,00	39,40

DMUs	ESCORES (%)	VARIÁVEIS OUTPUT					
		Número de Formandos {O}		Número de Matriculados {O}		Receita (R\$) {O}	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	84,23	71,00	0,00	915,00	0,00	2.087.388,12	865.545,05
Ac	85,54	30,00	2,43	888,00	0,00	2.163.876,65	402.671,42
Eb	97,85	115,00	0,00	1.336,00	0,00	4.400.715,38	85.475,51
Ee	98,45	81,00	0,00	1.177,00	0,00	3.479.552,51	115.723,66
Ia	88,77	37,00	0,00	496,00	67,05	1.818.315,57	0,00
Ja	73,29	64,00	0,92	1.305,00	59,44	4.069.547,81	0,00
Jg	69,91	28,00	11,92	1.182,00	0,00	3.469.233,16	0,00
Lb	66,22	5,00	0,00	107,00	74,37	553.110,20	0,00
Ma	74,55	32,00	0,00	351,00	0,00	808.973,75	382.888,52
Lc	99,96	19,00	0,00	236,00	38,85	367.597,07	494.726,03
Oa	80,14	62,00	0,00	822,00	0,00	1.515.091,18	1.114.741,97
Pa	69,54	12,00	0,00	183,00	0,00	387.902,13	174.357,32
Ra	97,43	70,00	0,00	691,00	43,92	3.589.315,28	0,08
Ga	88,35	182,00	0,00	2.252,00	0,00	4.866.533,30	2.612.078,67

(continua)

Ta	90,18	25,00	0,00	564,00	0,00	1.245.522,39	371.803,30
Ua	85,90	41,00	0,00	373,00	13,03	779.310,35	646.140,64
Va	96,94	20,00	0,00	189,00	52,49	198.176,91	642.831,29

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Elaborado pelo autor.

No que se refere ao ano de 2002, pode-se notar que o acréscimo de receita sugerido pelas 17 DMUs ineficientes foi de 7.496.694,54, chamando atenção as DMUs Ga e Oa, que requereram R\$ 2.612.078,67 e R\$ 1.114.741,97 respectivamente. Em relação ao número de matrículas, os resultados apontam as DMUs Lb, Ia e Ja como as que apresentam maiores problemas, requerendo 74, 67, e 59 matrículas a mais respectivamente.

Tabela 9

Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs ineficientes — 2003

DMUs	ESCORES (%)	VARIÁVEIS INPUT									
		Hdoutor {I}		Hmestre {I}		Outros {I}		Evasão {I}		Vagas Oferecidas {I}	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	92,10	9.283	7181,56	6.811	1783,86	2.703	676,32	79	0	132	0
Ac	90,73	2.171	0	3.365	1280,94	782	0	56	0	132	0
Ee	98,00	488	0	2.832	884,27	1.468	0	101	0	160	16,92
Ja	89,02	587	0	3.693	983,98	2.668	140,42	86	0	192	53,1
Jg	81,87	4.386	876,8	4.655	1992,87	526	0	73	0	192	0
Jh	84,37	1.304	0	2.922	1499,03	127	0	39	0	126	25,79
Ma	52,45	4.992	1922,85	5.242	1352,72	1.990	804,49	43	0	132	7,79
Oa	66,31	4.973	2385,8	9.763	3999,13	2.077	528,59	86	0	180	0
Pa	52,92	5.582	2437,45	9.596	4189,99	4.702	2339,87	29	0	132	27,57
Ga	90,57	1.380	0	6.954	2617,64	3.016	0	235	0	648	293,53
Ta	72,51	5.574	3382,68	5.694	1471,01	903	0	61	0	132	0
Ua	97,34	1.927	1382,64	1.261	0	485	0	39	0	66	17,91

DMUs	ESCORES (%)	VARIÁVEIS OUTPUT					
		Número de Formandos {O}		Número de Matriculados {O}		Receita (R\$)	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	92,10	64	0	925	0	2.422.081,04	1302776,01
Ac	90,73	32	2,01	841	0	2.336.650,17	562538,07
Ee	98,00	84	0	1.174	0	3.932.569,07	20431,51
Ja	89,02	62	0	1.099	0	3.876.692,90	0,12
Jg	81,87	26	13,84	1.031	0	3.360.834,55	245793,45
Jh	84,37	23	0	531	0	1.811.543,49	17570,11
Ma	52,45	18	0	340	0	864.672,13	484460,5
Oa	66,31	47	0	826	0	1.711.101,51	1306916,63
Pa	52,92	12	0	237	0	551.593,07	378002,27
Ga	90,57	182	0	2.252	0	5.338.301,19	2406237,26
Ta	72,51	38	0	595	0	1.468.567,25	851532,71
Ua	97,34	33	0	440	0	1.017.194,13	559885,52

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Elaborado pelo autor.

Em 2003, para as 12 DMUs ineficientes, o acréscimo de receita sugerido foi de R\$ 8.136.144,16, ou seja, o ano que mais requereu receita no período em análise. Salientando-se as DMUs Ga, Oa e Ca, que requerem um montante de R\$ 2.406.237,26, R\$1.306.916,63 e R\$1.302.776,01 respectivamente. Além disso, é sugerida a redução do número de vagas, destacando-se a DMU Ga, com cerca de 290 vagas.

Tabela 10

Valores de produção e de consumos efetivo e ótimo para as DMUs ineficientes —

2004

DMUs	ESCORES (%)	VARIÁVEIS INPUT									
		Hdoutor {I}		Hmestre {I}		Outros {I}		Evasão {I}		Vagas Oferecidas {I}	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	84,23	9.735,00	7.693,59	6.934,00	3.808,48	3.301,00	636,45	90,00	0,00	132,00	4,87
Ac	85,54	2.924,00	1.267,11	3.373,00	845,49	1.210,00	0,00	51,00	0,00	132,00	0,00
Eb	97,85	1.062,00	0,00	3.903,00	0,00	4.711,00	1.523,23	127,00	3,17	160,00	0,00
Ee	98,45	223,00	0,00	3.283,00	1.409,67	1.799,00	0,00	95,00	0,00	160,00	0,00
Ia	88,77	565,00	0,00	3.900,00	1.865,57	1.229,00	0,00	46,00	0,00	120,00	45,11
Ja	73,29	655,00	0,00	3.270,00	210,17	3.684,00	0,00	107,00	0,00	264,00	39,97
Jg	69,91	3.780,00	129,02	4.340,00	78,56	662,00	0,00	82,00	0,00	264,00	0,00
Lb	66,22	1.750,00	646,94	2.234,00	944,50	156,00	0,00	12,00	0,00	66,00	14,29
Ma	74,55	4.121,00	2.869,20	5.304,00	3.120,97	2.820,00	1.110,05	45,00	0,00	132,00	55,11
Lc	99,96	52,00	0,00	893,00	397,92	212,00	0,00	23,00	0,00	66,00	27,85
Oa	80,14	4.667,00	3.308,44	11.258,00	7.256,92	3.557,00	967,04	83,00	0,00	180,00	49,20
Pa	69,54	4.197,00	2.845,09	10.049,00	6.654,98	5.764,00	3.631,50	19,00	0,00	132,00	71,08
Ra	97,43	5.101,00	1.282,16	8.811,00	3.005,05	3.670,00	0,00	78,00	0,00	75,00	0,00
Ga	88,35	1.380,00	0,00	6.954,00	31,20	3.016,00	0,00	235,00	0,00	648,00	271,62
Ta	90,18	5.043,00	4.197,87	5.713,00	4.251,90	1.587,00	578,56	34,00	0,00	132,00	53,59
Ua	85,90	1.238,00	621,22	2.766,00	720,61	1.004,00	0,00	50,00	0,00	66,00	7,74
Va	96,94	1.412,00	934,31	2.914,00	1.418,09	80,00	0,00	22,00	0,00	66,00	39,40

DMUs	ESCORES (%)	VARIÁVEIS OUTPUT					
		Número de Formandos {O}		Número de Matriculados {O}		Receita (\$) {O}	
		Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo	Efetivo	Ótimo
Ca	84,23	71,00	0,00	915,00	0,00	2.087.388,12	865.545,05
Ac	85,54	30,00	2,43	888,00	0,00	2.163.876,65	402.671,42
Eb	97,85	115,00	0,00	1.336,00	0,00	4.400.715,38	85.475,51
Ee	98,45	81,00	0,00	1.177,00	0,00	3.479.552,51	115.723,66
Ia	88,77	37,00	0,00	496,00	67,05	1.818.315,57	0,00
Ja	73,29	64,00	0,92	1.305,00	59,44	4.069.547,81	0,00
Jg	69,91	28,00	11,92	1.182,00	0,00	3.469.233,16	0,00
Lb	66,22	5,00	0,00	107,00	74,37	553.110,20	0,00
Ma	74,55	32,00	0,00	351,00	0,00	808.973,75	382.888,52
Lc	99,96	19,00	0,00	236,00	38,85	367.597,07	494.726,03
Oa	80,14	62,00	0,00	822,00	0,00	1.515.091,18	1.114.741,97

(continua)

Pa	69,54	12,00	0,00	183,00	0,00	387.902,13	174.357,32
Ra	97,43	70,00	0,00	691,00	43,92	3.589.315,28	0,08
Ga	88,35	182,00	0,00	2.252,00	0,00	4.866.533,30	2.612.078,67
Ta	90,18	25,00	0,00	564,00	0,00	1.245.522,39	371.803,30
Ua	85,90	41,00	0,00	373,00	13,03	779.310,35	646.140,64
Va	96,94	20,00	0,00	189,00	52,49	198.176,91	642.831,29

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Elaborado pelo autor.

No ano de 2004, para o montante das 17 DMUs ineficientes, foi sugerido um acréscimo de receita da ordem de R\$ 6.436.918,02, sendo que as DMUs Ga e Ca lideram a carência com R\$ 2.631.849,50 e R\$ 1.758.977,26 respectivamente. Outro problema, também já visto nos demais anos, é o número de vagas ofertado, somente na DMU Ga sugere-se a redução de 271 vagas oferecidas, seguida pela DMU Pa, com sugestão de redução de 71 vagas oferecidas.

Em relação às variáveis horas de doutor, mestre e outros, é importante salientar que, numa instituição de ensino superior, mesmo que se tenham sugerido possíveis ineficiências por conta do corpo docente, se torna relevante um maior detalhamento, a fim de atender às exigências impostas pela própria diretriz universitária. Como a universidade tem outros interesses além dos financeiros, manter um corpo docente preparado a um custo mais elevado pode ser compensado por outros fins.

### **3.2 Ranking de desempenho das DMUs eficientes**

Através do coeficiente de supereficiência de Andersen e Petersen (1993), a DMU não fica censurada ao coeficiente menor ou igual a um. Nesse caso, para as DMUs eficientes, seguindo os modelos radiais clássicos utilizados neste trabalho, o indicador máximo valeria 100% (não sendo possível expandir, porque as DMUs estariam rendendo o máximo de suas possibilidades). Mediante a variante de Andersen e Petersen, a

supereficiência no modelo orientado para o insumo permite valores superiores a 100%. Esses valores acima de 100% traduzem-se em possíveis reduções nos fatores, sem que houvesse prejuízos quanto à perda de eficiência. Nesse sentido, foram selecionadas, para cada ano em análise, as DMUs que obtiveram um escore igual a 100%, assim, os dados foram rodados novamente, porém, agora, com supereficiência. Tais resultados estão expostos na Tabela 11.

Tabela 11

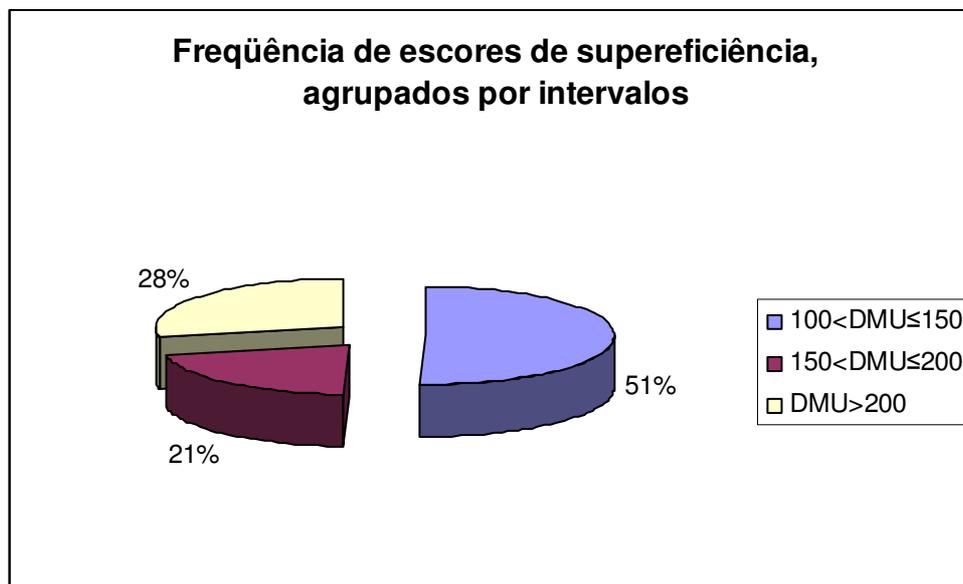
## Escore de supereficiência das DMUs — 2000-04

OR-DEM	2000		2001		2002		2003		2004	
	DMU	Escore (%)								
1º	Da	1951,19	Da	1.410,99	Da	3745,71	Da	5039,13	Da	4646,52
2º	Jh	1098,84	Jh	390,36	Aa	288,57	Aa	252,45	Ab	391,77
3º	Ja	278,04	Ld	347,50	Ld	256,08	Sa	209,67	Na	367,31
4º	Ef	195,57	Aa	316,33	Qa	231,49	Ab	196,09	Lc	238,13
5º	Qa	169,71	Qa	251,05	Sa	223,71	Lc	182,78	Qa	237,56
6º	Aa	164,27	Ef	237,52	Ab	178,06	Qa	174,83	Ib	206,72
7º	Ab	155,34	Ba	232,35	Je	152,55	Va	163,16	Aa	196,77
8º	Sa	131,30	Sa	172,70	Ka	146,11	Na	157,44	La	178,12
9º	Na	123,06	Fa	162,04	Jh	144,51	Ef	154,10	Ha	164,62
10º	Fa	115,77	Ab	145,40	Ba	128,31	Ld	128,29	Va	152,34
11º	Ta	114,99	Na	141,92	La	124,24	La	126,50	Sa	142,96
12º	Ed	111,55	Ka	108,15	Ef	123,32	Fa	126,28	Ld	128,85
13º	Lc	109,88	Ed	107,99	Fa	122,37	Ba	121,89	Fa	124,05
14º	Ka	106,92	La	105,18	Na	118,96	Ka	118,05	Ka	120,44
15º	Ra	104,22	Ua	101,57	Ed	103,93	Lb	113,34	Ba	115,77
16º	La	101,15					Ia	111,44	Je	115,41
17º							Eb	108,54	Ef	111,28
18º							Ra	103,40	Ed	101,13
19º							Ed	103,37	Lb	100,22
20º							Je	100,14		

FONTE: Tabelas 6 a 10.

A partir da Tabela 11, pode-se salientar a DMU Da, que permaneceu bem acima das demais DMUs, mesmo ao longo dos cinco anos. A Figura 16 demonstra, para o agregado dos cinco anos, como se deu a distribuição da supereficiência em por três grupos. Note-se que mais de 50% dos resultados se encontram entre 100% e 150%.

Figura 16: Frequência de escores de supereficiência, agrupados por intervalos.



FONTE: Tabela 11.

## CONCLUSÕES

Antes de qualquer análise crítica, é importante relatar que esta pesquisa está limitada ao conjunto de informações obtidas, sendo que os resultados deste trabalho, em grande parte, estão vinculados aos dados repassados. Outra questão reside no fato de não se incluírem, no modelo, variáveis qualitativas em virtude da não haver tais variáveis curso a curso utilizando a mesma metodologia.

Professores com técnicas pedagógicas adequadas tendem a aumentar a capacidade de aprendizado dos alunos. Entretanto este trabalho não expressa qualquer tipo de referência quanto à capacidade docente, ou ao nível de satisfação do aluno, justamente pela dificuldade de se obterem tais informações curso a curso.

As metas propostas pelo modelo DEA não podem ser analisadas fora do contexto de cada curso. Existe uma diferença entre modelos matemáticos que apresentam valores sem análise de viabilidade e a capacidade real de mudança (Bandeira, 2000). Mesmo que, em alguns casos, seja inviável alcançar determinados *benchmarks* sugeridos pela técnica, torna-se relevante perceber os resultados como forma de nortear as decisões administrativas. De acordo com Lins, Almeida e Bartholo Junior (2004), uma das mais severas limitações ao uso de modelos DEA é a possibilidade de um DMU buscar a maximização de sua eficiência utilizando pesos para seus *inputs* ou *outputs* inaceitáveis pelos decisores, seja porque ignoram algum *input* ou *output*, seja porque propõe-se a utilizar um mix de recursos ou produtos incoerentes com a prática dos especialistas do setor.

De toda sorte cabe salientar que os resultados apresentados sugerem problemas comuns aos cursos menos eficientes, como o aumento da receita. Logicamente o aumento da receita esta relacionada com a evasão e ao número de alunos matriculados. A busca de um *benchmarking* deve ser feita considerando as unidades acadêmicas, pois torna-se incoerente que um curso como Administração seja orientado pelo curso de Medicina.

É relevante considerar que, para os anos em estudo, alguns cursos permaneceram na fronteira de eficiência. Este fato pode ser explicado pela diferença da demanda por determinados cursos em detrimento de outros, e pelo baixo nível de evasão.

Constata-se também que para os cinco anos em análise três deles, 2000, 2003 e 2004, obtiveram no montante, um percentual de cursos eficiente superior aos menos eficientes. Para uma análise mais detalhada deve-se considerar também fatores externos que podem ter impactos sobre o ensino superior privado. O aumento do desemprego, o baixo nível de renda, a queda do PIB entre outros fatores, podem influenciar no número de candidatos escritos no vestibular e conseqüentemente num menor número de alunos matriculados. Neste sentido cursos que costumam ser mais procurados sofrerão impactos inferiores do que aqueles cursos de menor procura.

Por outro lado a volatilidade de determinados cursos identificado no estudo pelo desvio padrão, pode sugerir que determinados cursos estão migrando para um nível de eficiência maior ou menor. Observar qual curso está oscilando ao longo dos cinco anos e qual sua trajetória torna-se necessário para adotar medidas preventivas, para isso torna-se relevante considerar as diferenças entre efetivo e ótimo entre as variáveis *inputs* e *outputs*.

Uma desvantagem da DEA é que a análise não estocástica utilizada pela técnica não incorpora erros estocásticos. Em função disso, a fronteira de eficiência fica suscetível a erros de medida, sendo impossível identificar as relações de causa e efeito entre essas variáveis Marinho (1998 *apud* RIBEIRO, 2003). Além disso, métodos não paramétricos

encontram dificuldades em submeter seus testes estatísticos, e seus resultados refletem unicamente um conjunto específico. Ainda segundo Ribeiro, é um excelente método para análise de eficiência relativa, porém é limitada sua conversão para eficiência absoluta.

Outra questão relevante é que a de que a técnica DEA se diferencia das análises de regressão, por não possuir algumas vantagens, como prever melhor o desempenho futuro de qualquer DMU (Bandeira, 2000).

Praticamente em todos os trabalhos que utilizam a técnica DEA, é notória a preocupação dos autores com a escolha das variáveis. A decisão de se incluir ou não variáveis de caráter qualitativo tem sido bastante abordada por setores que primam não só pelos resultados financeiros. Satisfação do cliente, desempenhos em avaliações externas, nível de satisfação do funcionário irão, em última instância, refletir-se no desempenho das empresas.

Considerando o quadro atual da educação brasileira e a flagrante tendência à privatização do ensino superior, torna-se relevante medir a eficiência do conjunto de instituições por categoria administrativa. Infelizmente, a dificuldade de se conseguir dados de instituições privadas coloca limitações em qualquer estudo que tentar medir a eficiência no setor. Caso não houvesse tais restrições, outra forma interessante de análise seria medir a eficiência de universidades privadas e compará-la com a eficiência de universidades públicas, já que estas últimas apresentam a maior parte das pesquisas desenvolvidas no País e também custo/aluno mais elevado.

Em estudos futuros que utilizarem DEA para medir a eficiência em segmentos que tendem a impactar o bem-estar social, torna-se relevante o uso de variáveis qualitativas. No caso da educação superior, as avaliações periódicas devem ser consideradas como ferramenta de análise.

Trabalhos futuros poderiam comparar os diversos tipos de modelos DEA entre si, assim como outras técnicas de avaliação de eficiência. Tais comparações poderiam identificar em quais circunstâncias a técnica DEA seria mais apropriada. Nesse tipo de análise, não se descartaria o uso de modelos paramétricos como critério de comparação.

Por fim, os pesos atribuídos aos modelos DEA clássicos podem não ser considerados realistas pelos especialistas no assunto. Essa característica, de certa forma, pode gerar dificuldades na aceitação dos resultados do modelo. Nesse sentido, cabe lembrar que a medida de eficiência pode ser considerada como um índice de aproveitamento de recursos e, sendo assim, pode ser usada para a alocação e a realocação de recursos.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOWITZ, M., Resource and output trends in the United State since 1870. **American Economic Review**, 46(2), Maio 1956, p. 5-23

ANDERSEN, P. Y; PETERSEN, N. C. A Procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 39, n.10, outubro 1993, p. 1261-1264.

ÂNGULO-MEZA, L.; LINS, Marcos Pereira Estellita. Modelos Multiobjetivo Para Determinação de Alvos na Análise Envoltória de Dados. In: XXXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2002, Rio de Janeiro. Anais do XXXIV, 2002.

ARAÚJO, Carlos Henrique; LUZIO, Nildo. **Educação: quantidade e qualidade**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP, 16 ago. 2004. Disponível em: [http://www.inep.gov.br/imprensa/artigos/quantidade\\_qualidade.htm](http://www.inep.gov.br/imprensa/artigos/quantidade_qualidade.htm)>. Acesso em: 15 fev. 2006.

ARROW, Kenneth J. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, v. 19, June 1962.

BANDEIRA, Denise Lindstrom. **Análise da Eficiência Relativa de Departamentos Acadêmicos – O Caso da UFRGS**. 2000. 133 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, UFRGS, Porto Alegre, 2000,

BANDEIRA, D. L.; BECKER, João Luiz ; BORENSTEIN, Denis . Eficiência relativa dos departamentos da UFRGS utilizando DEA. **Revista de Ciência e Tecnologia - RECITEC**, Recife, v. 5, n. 1, 2001, p. 116-143.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating. Technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, Sep 1984.

BARROS, Ricardo Paes de; MENDONÇA, Rosane. **Investimentos em educação e desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA, nov. 2005. Texto para discussão n. 525.

BHAT, Ramesh; VERMA, Bharat Bhushan; REUBEN, Élan. Hospital Efficiency: Analysis of District Hospitals and Grand-in-aid Hospitals in Gujarat. **Journal of Health Managemnt**, v. 4, n.2 , 2001.

BAHIENSE, Fernando Luiz Andrade. **Os Custos das Instituições Privadas de Ensino Superior no Estado de Santa Catarina: Uma abordagem competitiva**. 2002. 191 f. Tese (Engenharia da Produção) – Faculdade de Engenharia, UFSC, Florianópolis, 2002.

BEASLEY, J. Comparing University Departments. **Omega**, v. 18, n. 2, 1990, p.171-183.

BESSENT, A. M. et. al. Evaluation of educational program proposals by means of DEA. **Educational Administration Quarterly**, v. 19, n. 2, 1983, p. 82-107.

BRAZ, Gisele Figueiredo. **Aplicação de um Método Quantitativo e Comparado, a Análise de Envoltória de Dados (DEA), Para Avaliação do Desempenho dos Departamentos Acadêmicos da Universidade Estadual de Montes Claros**. 2005. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia da Produção, UFMG, Belo Horizonte, 2005

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

CHARNES, Abraham et al. **Data Envelopment Analysis: theory, methodology and application**. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1994.

CONSTANTINO, Luciana. Só 10% dos brasileiros entre 18 e 24 anos cursam o ensino superior. **Folhaonline**. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/educacao/ult305u18164.shtml> Acesso em: 7 jan. 2006.

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

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C. A. K. **Production frontiers**. New York: Cambridge University Press. 1994. 296p

FARRELL, M.J. The Measurement of Productive Efficiency. **J. R. Statist. Soc.** A120, 253-290, 1957

FRANCO, Édison. Universidade e desenvolvimento: globalização excludente e projeto nacional. **Revista da Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior**, ano 21, n. 32, out. 2003, p. 75-78.

GARCIA, Maurício. Três grandes tendências para o ensino superior privado no Brasil. **Revista Ensino Superior**, São Paulo. n.77, fev. 2005, p. 41-3.

GODOY, Márcia Regina Godoy; BALBINOTTO NETO, Giácomo; RIBEIRO, Eduardo Pontual. **Estimando as perdas de rendimento devido à doença renal crônica no Brasil**. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/ppge/textos-para-discussao.asp?ano=2006>

GOLANY, B.; ROLL, Y. An Application Procedure for DEA, **Int. J. of Mgnt. Sci.**, vol.17, n. 3, p. 237-1250, 1989.

GOMES, Adriano Provezano; BAPTISTA, Antonio José Medina dos Santos. In: SANTOS, Mrurinho Luiz dos; VIEIRA, Wilson da Cruz (Ed.). **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa: UFV, 2004, p.121-160.

HERRERO, Inês; PASCOE, Sean. Estimation of technical efficiency: a review of some of the stochastic frontier and DEA software. **Computers in Higher Education Economics Review - CHEER**, v. 15, n. 1, 2002.

INSTITUTO Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Avaliação dos Cursos de Graduação**. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/superior/condiicoesdeensino/> Acesso em: 18 mar. 2005.

INSTITUTO Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Avaliação Institucional**. Disponível em: [http://www.inep.gov.br/superior/avaliacao\\_institucional/](http://www.inep.gov.br/superior/avaliacao_institucional/) Acesso em: Acesso em: 18 mar. 2005.

INSTITUTO Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. **Educação Superior tem 3,9 milhões de estudantes na graduação**. 13.12.04. Disponível em: [http://www.inep.gov.br/imprensa/noticias/censo/superior/news04\\_05\\_imp.htm](http://www.inep.gov.br/imprensa/noticias/censo/superior/news04_05_imp.htm). Acesso em: 04mar. 2005.

JONHSTON, R; CLARK, G. Mensuração do desempenho. **Administração de Operações de Serviços**. São Paulo: Atlas, 2001.

JORNAL DA UNIVERSIDADE, Porto Alegre, ano V, n. 51, maio 2002. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/jornal/maio2002/>. Acesso em: 08 mar. 2005.

LANGONI, Carlos Geraldo. A economia da transformação. Rio de Janeiro. Biblioteca do Exército 1976.

LIMA, R. C Desenvolvimento econômico e empreendedorismo. **Revista de Estudos Universitários**, Recife, PE, v. 22, n. 1, 2002, p. 37-43.

LINS, Marcos Pereira Estellita; ALMEIDA, Bernardo Faria de; BARTHOLO JUNIOR, Roberto. Avaliação de desempenho na pós-graduação utilizando a Análise Envoltória de Dados: o caso da Engenharia de Produção. **RBPG**, n.1, jul. 2004.

LOPES, Ana Lúcia Miranda. Um Modelo de Análise Envoltória de Dados e Conjuntos Difusos para Avaliação Cruzada da Produtividade e Qualidade de Departamentos Acadêmicos – Uma Aplicação na UFSC. 1998. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Faculdade de Engenharia, UFSC, Florianópolis, 1998.

LUCAS, Robert E. Jr. On the Mechanics of Economic Development. **National Bureau of Economic Research** .1989

MANKIW, N. Gregory. **Macroeconomia**. 5. ed. Rio de Janeiro 2004.

MARINHO, A. Estudo de eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de ranking. **Revista de Administração Pública – RAP**, v. 32, n. 6, nov./dez. 1988, p.145-158.

\_\_\_\_\_. **Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde dos municípios do Estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA. Texto para Discussão n.842, nov. de 2001.

MARINHO, Alexandre; RESENDE, Marcelo; FAÇANHA, Luís Otávio. Brazilian Federal Universities: Relative Efficiency Evaluation and Data Envelopment Analysis. **Revista Brasileira de Economia - RBE**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 4, out./dez 1997, p.489-508.

MARINHO, A.; FAÇANHA L. O. **Hospitais Universitários**: Avaliação comparativa de eficiência técnica. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, jun. 2001. Texto para discussão n. 805.

MATTOON Richard H. Higher Education and Economic Growth: a conference report. **Chicago Fed Letter**. Chicago: Jan 2006., n. 222B; p. 1, 7p.

MELLO, J. C. et al. Análise envoltória de dados no estudo da eficiência e dos benchmarkings para companhias aéreas brasileiras. **Pesquisa Operacional**, v. 23, n. 2, maio-ago. 2003, p.325-345.

MELLO, J.; SOARES, C. C. B. et al. Análise envoltória de dados para avaliação de departamentos de ensino. **Ensaio – Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 42, n.12, 2004.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP. **CENSO DA EDUCAÇÃO SUPERIOR 2004**. Disponível em <http://www.inep.gov.br/default2.htm>. Acesso em 10 maio 2006.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC. **Reforma universitária**. Avaliação da implantação. Universidades federais. MEC/DEU, AFBA/ISP, 1975. 2 v.

MOITA, Márcia Helena Veleda. **Medindo a Eficiência Relativa de Escolas Municipais da Cidade do Rio Grande — RS**. Usando a Abordagem DEA (Data Envelopment Analysis). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Engenharia da Produção.

MOREIRA, Ájax R. B.; FONSECA, Thais C. R.; **Comparando medidas de produtividade**: DEA, Fronteira de produção estocástica. Rio de Janeiro: IPEA, 2005. (Texto para discussão nº1069).

NELSON, Richard R.; PHELPS, Edmind S. Investment in Humans, technological diffusion and economic growth. **American Economic Review**, v. 56, May 1966.

OLIVEIRA, R.. A teoria do capital humano e a educação profissional brasileira. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 27, jan./abr. 2001, p. 26-37.

PETRELLA, Riccardo. As armadilhas do neoliberalismo. **Le Monde Diplomatique**, ano 1 número 9. Disponível em: <http://www.diplo.com.br/aberto/0010/19.htm#Anota7>. Acesso em: 16 fev. 2006.

PIRES, Valdemir Aparecido. **Economia da educação: para além do capital humano**. São Paulo: Cortez Editora, 2005. 142 p.

PINDYCK, Robert S.; RUBINFELD, Daniel L. *Microeconomia*. São Paulo: Makron 1998. 791 p.

PONTIFÍCIA Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS. **Modelo de referência elaborado pela Biblioteca Central Irmão José Otão**. Disponível em: <https://vega.pucrs.br/usuarioaleph/docprot.ValidaSenhaDocProt> . Acesso em: 08 mar. 2005.

PRIETO, Vanderli Correia; LAURINDO, Fernando José Bardin; CARVALHO, Marly Monteiro de. Método da análise hierárquica à seleção de ambientes de aprendizagem: estudo de caso na área do ensino superior a distância. **Espacios**, vol. 26(2), 2005.

PROGRAMA UNIVERSIDADE PARA TODOS. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Disponível em: [http://www.planejamento.gov.br/planejamento\\_investimento/conteudo/radarsocial/educacao.htm](http://www.planejamento.gov.br/planejamento_investimento/conteudo/radarsocial/educacao.htm). Acesso em: 15 mar. 2005.

PRO-UNI ENCERRA INSCRIÇÕES. Disponível em: <http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?materia=9324>. Acesso em: 14 fev. 2006.

RIBEIRO, Manoel Antonio da Silva. **Utilização da análise envoltória de dados para estudo da eficiência e formação de ranking no sistema UNIMED do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUCRS VIRTUAL – EAD, 2003. 70f. Monografia (apresentada para obtenção de título de especialista em Gestão em Saúde: Ênfase Hospitalar).

RIBEIRO, Manoel da Silva; FOCHEZATTO, Adelar. Avaliação da Eficiência Técnica em Sistema Cooperativos Usando Análise Envoltória de Dados (DEA): O Caso da UNIMED do Rio Grande do Sul. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v.26, número especial, p.353-84, 2005

RIGOTTO, Márcia Elisa; SOUZA, Nali de Jesus de. Evolução da Educação no Brasil, 1970-2003. **Análise**, v. 16, n. 2, ago./dez. 2005, p. 373-397.

RODRIGUES, Leandro. A educação como negócio. **Revista Ensino Superior**, Edição 54. Disponível em: [http://www.adur-rj.org.br/5com/pop-up/educacao\\_como\\_negocio.htm](http://www.adur-rj.org.br/5com/pop-up/educacao_como_negocio.htm)

ROMER, Paul M. The origins of endogenous growth. **Journal of Economic Perspectives**, v.8, n.1 Winter 1994.

\_\_\_\_\_. Increasing returns and long-run growth. **Journal Political Economy**, v. 94, n. 5, 1996.

SAGIORO, Ricardo. **Conhecimento, Inovação e Crescimento Econômico – Uma aplicação do modelo de Solow ao Brasil**. Anais do II Encontro Científico da Campanha Nacional das Escolas da Comunidade (IIEC-CNEC), Varginha, 9-10 de julho de 2004.

SANDRONI, Paulo. **Dicionário de Economia do Século XXI**. Rio de Janeiro: Record, 2005.

SARRICO, C. S. Data Envelopment Analysis and University Selection. **Journal of the Operational Research Society**, 48, 1997, p.1163-1177.

SCHULTZ, T. W. Reflections on investment in human capita. **American Economic Reviews**, v.LI, March 1961.

SCHULTZ, T. W. The rate of return in allocating investment resources to education. **Journal of human Resources**, v. 2, n.3, Summer 1967.

I SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO EM PEDAGOGIA, 21 a 22 de outubro de 2002, Bauru. Disponível em: [http://www.usc.br/graduacao/pedagogia/texto\\_regina.htm](http://www.usc.br/graduacao/pedagogia/texto_regina.htm). Acesso em: 14 fev. 2006.

SOARES DE MELLO, Maria Helena C.; QUINTELLA, Heitor Luiz M. M.; SOARES DE MELLO, João Carlos C. B. Avaliação do desempenho de alunos considerando classificações obtidas e opiniões dos docentes. **Investigação Operacional**, v. 24, 2004.

SOLOW, Robert M. A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**. Fev. 1956, p. 65-94.

SOUZA, Nali de Jesus de. **Desenvolvimento Econômico**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1999, p. 27

## **APÊNDICE**

**Apêndice 1: Inputs e outputs — 2004**

	INPUTS				OUTPUTS			
	Hdouto r {I}	Hmestre {I}	Outros {I}	Evasão {I}	Vagas Oferecidas {I}	Ndeformandos {O}	Ndematriculados {O}	Receita {O}
Aa	2.285	13.568	951	636	980	492	7.675	25.393.050,68
Ba	1.424	4.306	3.594	75	120	50	1.098	5.647.368,61
Na	12.365	4.485	66	212	520	138	3.447	14.094.341,72
Da	1	942	2.346	60	40	58	392	2.102.292,53
Ca	10.505	6.193	2.253	91	126	75	936	2.787.538,93
Ab	104	4.073	609	208	192	186	1.630	4.705.420,78
Ac	2.503	3.269	746	62	126	38	746	2.326.068,15
Fa	2.741	21.088	14.001	1.337	1.320	1.201	12.671	46.523.127,31
La	84	1.148	1	40	66	21	231	442.540,44
Eb	2.683	2.995	4.328	151	160	141	1.325	5.692.380,18
Ed	844	3.290	3.218	131	160	117	1.385	5.928.346,06
Ee	1.334	2.579	1.300	109	160	96	1.140	4.391.623,05
Ha	1.190	4.836	156	60	240	32	1.400	3.981.280,21
la	968	4.972	721	45	120	31	669	3.231.156,96
Ja	776	4.133	2.211	81	120	59	1.026	4.081.499,57
Je	5.737	5.035	957	78	180	43	1.455	5.149.808,82
Jg	4.560	4.750	506	62	120	31	871	3.252.863,52
Jh	2.203	2.024	164	48	120	33	470	1.861.960,80
Ka	3.493	3.061	685	124	120	116	1.112	5.068.666,39
Lb	1.750	2.234	156	68	66	59	280	944.789,44
Ma	5.271	5.190	1.440	49	126	32	311	887.904,96
lb	213	3.503	1.704	57	120	45	815	4.970.258,58
Lc	114	1.178	1	26	66	16	338	689.803,80
Ld	2.440	938	132	40	126	38	730	1.499.205,72
Oa	5.555	7.767	1.014	76	180	40	752	1.760.610,31
Pa	5.678	9.686	4.322	15	126	9	205	560.871,25
Qa	10.499	13.836	8.377	74	74	72	883	8.687.047,04
Ra	5.780	8.316	3.496	69	75	66	696	4.915.924,92
Ga	1.380	6.954	3.016	316	708	262	2.484	5.367.535,45
Sa	5.812	8.800	300	171	200	162	1.776	7.801.090,46
Ta	5.845	5.411	638	56	126	33	557	1.504.293,60
Ua	2.153	1.016	183	31	66	21	453	1.104.833,22
Va	1.892	1.782	1	16	66	15	201	240.460,50
Ef	886	1.615	771	114	126	95	708	2.817.421,32

**Apêndice 2: Inputs e outputs — 2003**

	INPUTS				OUTPUTS			
	Hdoutor {I}	Hmestre {I}	outros {I}	Evasão {I}	Vagas Oferecidas {I}	Ndeformandos {O}	Ndematriculados {O}	receita {O}
Aa	1.454	11.373	1.451	534	1.000	373	7.838	22.697.731,41
Ba	1.588	4.510	5.766	76	120	57	1.139	5.135.031,22
Na	10.815	5.322	520	196	586	129	3.571	12.976.675,45
Da	1	1.085	2.301	62	80	61	450	2.199.060,23
Ca	9.283	6.811	2.703	79	132	64	925	2.422.081,04
Ab	114	3.705	2.211	178	264	138	2.000	5.164.461,47
Ac	2.171	3.365	782	56	132	32	841	2.336.650,17
Fa	2.350	20.130	16.711	895	1.320	753	12.613	41.521.189,72
La	46	1.129	1	20	66	10	232	410.157,73
Eb	1.902	3.194	4.240	146	160	131	1.329	4.960.182,92
Ed	882	2.762	2.877	126	160	110	1.379	5.193.668,71
Ee	488	2.832	1.468	101	160	84	1.174	3.932.569,07
la	491	4.386	832	48	120	44	596	2.612.520,63
Ja	587	3.693	2.668	86	192	62	1.099	3.876.692,90
Je	5.552	4.776	984	95	252	48	1.650	5.265.787,98
Jg	4.386	4.655	526	73	192	26	1.031	3.360.834,55
Jh	1.304	2.922	127	39	126	23	531	1.811.543,49
Ka	3.433	3.128	818	105	120	91	1.121	4.570.000,97
Lb	1.750	2.234	156	12	66	5	107	940.395,14
Ma	4.992	5.242	1.990	43	132	18	340	864.672,13
Lc	76	1.159	1	28	66	19	303	540.913,11
Ld	2.580	978	156	70	132	44	665	1.192.600,56
Oa	4.973	9.763	2.077	86	180	47	826	1.711.101,51
Pa	5.582	9.596	4.702	29	132	12	237	551.593,07
Qa	9.109	13.032	9.627	70	74	60	864	7.314.631,77
Ra	5.321	9.010	3.755	72	75	67	680	4.286.712,98
Ga	1.380	6.954	3.016	235	648	182	2.252	5.338.301,19
Sa	5.157	9.568	356	202	180	180	1.822	7.224.942,19
Ta	5.574	5.694	903	61	132	38	595	1.468.567,25
Ua	1.927	1.261	485	39	66	33	440	1.017.194,13
Va	1.642	2.524	1	37	66	31	186	207.887,55
Ef	877	1.394	744	100	132	86	879	3.149.029,94

**Apêndice 3: Inputs e outputs — 2002**

	INPUTS					OUTPUTS		
	Hdoutor {I}	Hmestre {I}	Outros {I}	Evasão {I}	VagasOferecidas {I}	Ndeformandos {O}	Ndematriculados {O}	Receita {O}
Aa	1.092	8.744	1.816	418	1.000	333	7.366	18.933.606,77
Ba	1.526	4.138	5.912	61	120	43	1.117	4.474.629,59
Na	9.201	8.408	1.040	179	592	131	3.397	10.753.123,83
Da	1	750	2.617	71	80	69	469	1.904.076,53
Ca	9.735	6.934	3.301	90	132	71	915	2.087.388,12
Ab	76	2.677	3.852	170	264	140	2.205	4.926.420,92
Ac	2.924	3.373	1.210	51	132	30	888	2.163.876,65
Fa	2.425	15.570	20.333	703	1.320	601	12.091	34.678.775,40
La	22	863	182	20	66	14	217	326.224,92
Eb	1.062	3.903	4.711	127	160	115	1.336	4.400.715,38
Ed	873	3.338	3.409	121	160	115	1.356	4.502.081,24
Ee	223	3.283	1.799	95	160	81	1.177	3.479.552,51
la	565	3.900	1.229	46	120	37	496	1.818.315,57
Ja	655	3.270	3.684	107	264	64	1.305	4.069.547,81
Je	4.898	5.575	1.077	60	264	28	1.737	4.976.016,72
Jg	3.780	4.340	662	82	264	28	1.182	3.469.233,16
Jh	1.317	3.043	48	42	132	27	554	1.710.782,98
Ka	3.243	3.980	916	131	120	121	1.110	3.951.490,46
Lb	1.750	2.234	156	12	66	5	107	553.110,20
Ma	4.121	5.304	2.820	45	132	32	351	808.973,75
Lc	52	893	212	23	66	19	236	367.597,07
Ld	2.334	1.402	32	53	132	44	597	969.750,73
Oa	4.667	11.258	3.557	83	180	62	822	1.515.091,18
Pa	4.197	10.049	5.764	19	132	12	183	387.902,13
Qa	8.060	12.254	10.556	76	74	69	877	6.345.784,58
Ra	5.101	8.811	3.670	78	75	70	691	3.589.315,28
Ga	1.380	6.954	3.016	235	648	182	2.252	4.866.533,30
Sa	3.357	10.777	275	156	180	146	1.808	6.262.944,35
Ta	5.043	5.713	1.587	34	132	25	564	1.245.522,39
Ua	1.238	2.766	1.004	50	66	41	373	779.310,35
Va	1.412	2.914	80	22	66	20	189	198.176,91
Ef	175	1.728	766	81	132	67	949	3.010.318,67

**Apêndice 4: Inputs e outputs — 2001**

	INPUTS					OUTPUTS		
	Hdoutor {I}	Hmestre {I}	Outros {I}	Evasão {I}	VagasOferecidas {I}	Ndeformandos {O}	Ndematriculados {O}	Receita {O}
Aa	828	7.794	2.075	380	760	282	6.546	15.697.548,27
Ba	1.118	3.576	6.004	20	120	11	954	3.734.737,85
Na	8.445	9.107	1.480	140	382	82	2.997	8.918.728,71
Da	1	247	2.827	40	80	38	441	1.630.207,32
Ca	6.863	6.439	3.490	73	132	67	869	1.897.369,61
Ab	59	1.822	4.722	153	264	120	2.245	4.857.882,22
Ac	3.836	2.964	1.272	49	132	24	891	2.063.139,43
Fa	1.862	10.260	22.407	366	1.200	287	10.852	29.414.351,61
La	22	819	226	23	66	19	174	256.685,14
Eb	900	3.935	5.641	106	160	97	1.277	3.970.117,45
Ed	458	3.177	3.729	103	160	97	1.320	4.230.324,08
Ee	371	2.930	2.020	69	160	59	1.091	3.065.242,34
Ja	344	2.669	4.660	87	264	53	1.342	3.974.423,32
Je	5.016	5.136	1.134	87	264	46	1.656	4.535.229,57
Jg	3.267	4.986	1.278	68	264	18	1.159	3.244.271,94
Jh	1.308	2.871	24	49	132	21	539	1.607.845,32
Ka	2.745	2.756	1.898	68	120	59	1.005	3.427.857,59
Lb	1.750	2.234	156	12	66	5	107	177.424,91
Ma	4.588	4.870	2.640	20	132	16	329	707.939,02
Lc	52	849	256	10	66	7	211	303.945,13
Ld	2.969	1.664	44	69	132	54	557	856.415,71
Oa	4.857	9.764	5.008	83	180	61	768	1.367.313,99
Pa	3.687	10.282	7.172	15	132	13	161	306.595,69
Qa	7.224	10.763	12.140	85	74	75	872	5.927.428,50
Ra	3.969	8.132	4.660	74	75	66	694	3.371.442,39
Ga	1.380	6.954	3.016	235	648	182	2.252	4.364.674,21
Sa	1.752	11.719	843	165	180	154	1.790	5.743.153,27
Ta	4.344	5.863	2.320	26	132	17	508	1.075.996,92
Ua	537	3.888	1.162	68	66	56	411	819.345,12
Va	1.190	3.164	234	33	66	27	237	218.046,51
Ef	26	1.778	1.363	123	132	97	1.012	3.003.952,65

**Apêndice 5: Inputs e outputs — 2000**

	INPUTS					OUTPUTS		
	Hdoutor {I}	Hmestre {I}	Outros {I}	vasão {I}	VagasOferecidas {I}	Ndeformandos {O}	Ndematriculados {O}	Receita {O}
Aa	1.190	6.531	1.855	372	660	284	6.470	14.077.976,98
Na	6.835	9.048	1.693	136	382	75	2.779	8.373.478,76
Da	20	12	1.885	37	80	36	366	1.268.862,97
Ca	5.134	4.658	3.576	86	132	68	805	2.012.642,75
Ab	60	985	4.897	194	264	153	2.390	5.295.503,24
Ac	2.729	2.998	1.162	52	132	29	933	2.096.572,28
Fa	1.132	5.360	21.354	576	1.200	495	9.631	25.967.164,34
La	18	590	326	25	66	20	176	283.576,49
Eb	1.071	2.673	5.241	114	160	107	1.216	3.697.795,66
Ed	274	2.584	2.862	118	160	111	1.249	3.877.213,21
Ee	260	1.766	3.266	82	160	72	1.017	2.907.201,87
Ja	168	620	504	87	264	58	1.475	4.378.400,65
Je	4.191	5.052	1.824	86	264	44	1.609	4.346.532,73
Jg	2.270	4.574	1.702	71	264	28	1.190	3.365.017,02
Jh	948	2.705	20	37	132	24	639	1.909.199,59
Ka	2.113	1.631	1.830	60	120	54	862	2.924.743,49
Lb	1.750	2.234	156	12	66	5	107	177.424,91
Ma	3.779	4.778	2.478	28	132	16	362	896.074,81
Lc	48	620	356	14	66	14	202	349.753,07
Ld	1.216	1.830	402	44	132	30	450	809.241,19
Oa	4.539	7.486	5.598	93	180	58	785	1.615.266,89
Pa	4.249	8.642	7.890	20	132	11	167	367.355,02
Qa	5.110	6.881	12.787	79	74	74	871	5.611.718,57
Ra	3.463	5.284	6.737	74	75	69	698	3.351.249,97
Ga	1.380	6.954	3.016	235	648	182	2.252	4.364.674,21
Sa	1.094	9.604	2.261	148	180	141	1.759	5.493.515,24
Ta	4.555	4.567	3.110	20	132	15	442	1.077.068,67
Ua	472	3.636	1.169	58	66	49	467	1.006.050,88
Va	954	2.656	428	15	66	13	142	254.787,42
Ef	20	1.222	1.303	86	132	70	1.010	2.942.601,23

**Apêndice 6: Resultados da rodagem para o ano de 2000**

DMU	Escore (%)	INPUTS					OUTPUTS			
		Hdoutor {I}{W}	himestre {I}{W}	outros {I}{W}	evasao {I}{W}	vagasof {I}{W}	nform {O}{W}	nmatr {O}{W}	receita {O}{W}	
1	Aa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Na	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Da	100,00	0	0,08	0	0	0	0,01	0	0
4	Ca	82,44	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
5	Ab	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Ac	91,48	0	0	0	0,02	0	0,01	0	0
7	Fa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
8	La	100,00	0	0	0	0,01	0	0,05	0	0
9	Eb	99,59	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
10	Ed	100,00	0	0	0	0	0	0,01	0	0
11	Ee	94,83	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
12	Ja	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Je	93,65	0	0	0	0,01	0	0	0	0
14	Jg	87,30	0	0	0	0,01	0	0	0	0
15	Jh	100,00	0	0	0,05	0	0	0	0	0
16	Ka	100,00	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
17	Lb	52,16	0	0	0	0,08	0	0,08	0,01	0
18	Ma	68,87	0	0	0	0,03	0	0,03	0	0
19	Lc	100,00	0	0	0	0,06	0	0,06	0	0
20	Ld	81,19	0	0	0	0,02	0	0,03	0	0
21	Oa	65,59	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
22	Pa	56,63	0	0	0	0,05	0	0,06	0	0
23	Qa	100,00	0	0	0	0	0,01	0	0	0
24	Ra	100,00	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0
25	Ga	90,27	0	0	0	0	0	0,01	0	0
26	Sa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
27	Ta	100,00	0	0	0	0,05	0	0,02	0	0
28	Ua	94,33	0	0	0	0	0,01	0,02	0	0
29	Va	86,96	0	0	0	0,06	0	0,08	0	0
30	Ef	100,00	0,02	0	0	0	0	0	0	0

(continua)



**Apêndice 7: Resultados da rodagem para o ano de 2001**

DMU	Escore (%)	INPUTS					OUTPUTS			
		Hdoutor {I}{W}	himestre {I}{W}	outros {I}{W}	evasao {I}{W}	vagasof {I}{W}	nform {O}{W}	nmatr {O}{W}	receita {O}{W}	
1	Aa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Ba	100,00	0	0	0	0,05	0	0	0	0
3	Na	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Da	100,00	1	0	0	0	0	0	0	0
5	Ca	97,19	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
6	Ab	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Ac	79,38	0	0	0	0,01	0	0	0	0
8	Fa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
9	La	100,00	0	0	0	0,03	0	0,05	0	0
10	Eb	97,25	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
11	Ed	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Ee	97,48	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
13	Ja	72,43	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
14	Je	88,47	0	0	0	0,01	0	0	0	0
15	Jg	75,51	0	0	0	0,01	0	0	0	0
16	Jh	100,00	0	0	0,02	0	0	0	0	0
17	Ka	100,00	0	0	0	0	0,01	0	0	0
18	Lb	52,00	0	0	0	0,08	0	0,12	0	0
19	Ma	89,85	0	0	0	0,05	0	0,05	0	0
20	Lc	96,71	0	0	0	0,07	0	0	0	0
21	Ld	100,00	0	0	0,01	0	0	0,02	0	0
22	Oa	77,70	0	0	0	0,01	0	0,02	0	0
23	Pa	91,54	0	0	0	0,07	0	0,07	0	0
24	Qa	100,00	0	0	0	0	0,01	0	0	0
25	Ra	97,43	0	0	0	0,01	0	0,02	0	0
26	Ga	92,45	0	0	0	0	0	0,01	0	0
27	Sa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
28	Ta	78,81	0	0	0	0,04	0	0,05	0	0
29	Ua	100,00	0	0	0	0	0,01	0,02	0	0
30	Va	87,61	0	0	0	0,03	0	0,04	0	0
31	Ef	100,00	0,02	0	0	0	0	0,01	0	0

(continua)



**Apêndice 8: Resultados da rodagem para o ano de 2002**

DMU	Score (%)	INPUTS					OUTPUTS			
		Hdoutor {I}{W}	himestre {I}{W}	outros {I}{W}	evasao {I}{W}	vagasof {I}{W}	nform {O}{W}	nmatr {O}{W}	receita {O}{W}	
1	Aa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Ba	100,00	0	0	0	0,01	0	0	0	0
3	Na	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Da	100,00	1	0	0	0	0	0,01	0	0
5	Ca	84,23	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
6	Ab	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Ac	85,54	0	0	0	0,01	0	0	0	0
8	Fa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
9	La	100,00	0,02	0	0	0	0	0,07	0	0
10	Eb	97,85	0	0	0	0	0,01	0	0	0
11	Ed	100,00	0	0	0	0	0,01	0	0	0
12	Ee	98,45	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
13	Ia	88,77	0	0	0	0,02	0	0,02	0	0
14	Ja	73,29	0	0	0	0,01	0	0	0	0
15	Je	100,00	0	0	0	0,02	0	0	0	0
16	Jg	69,91	0	0	0	0,01	0	0	0	0
17	Jh	100,00	0	0	0,02	0	0	0	0	0
18	Ka	100,00	0	0	0	0	0	0,01	0	0
19	Lb	66,22	0	0	0	0,08	0	0,08	0	0
20	Ma	74,55	0	0	0	0,02	0	0,03	0	0
21	Lc	99,96	0	0	0	0,04	0	0,05	0	0
22	Ld	100,00	0	0	0,03	0	0	0,02	0	0
23	Oa	80,14	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
24	Pa	69,54	0	0	0	0,05	0	0,07	0	0
25	Qa	100,00	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0
26	Ra	97,43	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
27	Ga	88,35	0	0	0	0	0	0,01	0	0
28	Sa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Ta	90,18	0	0	0	0,03	0	0,02	0	0
30	Ua	85,90	0	0	0	0,02	0	0,02	0	0
31	Va	96,94	0	0	0	0,05	0	0,05	0	0
32	Ef	100,00	0	0	0	0	0	0,01	0	0

(continua)



**Apêndice 9: Resultados da rodagem para o ano de 2003**

DMU	Escore (%)	INPUTS					OUTPUTS			
		Hdoutor {I}{W}	himestre {I}{W}	outros {I}{W}	evasao {I}{W}	vagasof {I}{W}	nform {O}{W}	nmatr {O}{W}	receita {O}{W}	
1	Aa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Ba	100,00	0	0	0	0,01	0	0	0	0
3	Na	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Da	100,00	1	0	0	0	0	0,02	0	0
5	Ca	92,10	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
6	Ab	100,00	0,01	0	0	0	0	0	0	0
7	Ac	90,73	0	0	0	0,01	0	0	0	0
8	Fa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
9	La	100,00	0,02	0	0,01	0	0	0	0	0
10	Eb	100,00	0	0	0	0	0,01	0,01	0	0
11	Ed	100,00	0	0	0	0	0,01	0	0	0
12	Ee	98,00	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
13	Ia	100,00	0	0	0	0,02	0	0,01	0	0
14	Ja	89,02	0	0	0	0,01	0	0	0	0
15	Je	100,00	0	0	0	0,01	0	0	0	0
16	Jg	81,87	0	0	0	0,01	0	0	0	0
17	Jh	84,37	0	0	0	0,02	0	0,03	0	0
18	Ka	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Lb	100,00	0	0	0	0,08	0	0	0	0
20	Ma	52,45	0	0	0	0,02	0	0,03	0	0
21	Lc	100,00	0	0	0,04	0	0,01	0,05	0	0
22	Ld	100,00	0	0	0	0	0	0,02	0	0
23	Oa	66,31	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
24	Pa	52,92	0	0	0	0,03	0	0,04	0	0
25	Qa	100,00	0	0	0	0,01	0	0	0	0
26	Ra	100,00	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
27	Ga	90,57	0	0	0	0	0	0,01	0	0
28	Sa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
29	Ta	72,51	0	0	0	0,01	0	0,02	0	0
30	Ua	97,34	0	0	0	0,02	0	0,03	0	0
31	Va	100,00	0	0	0,04	0	0,01	0,03	0	0
32	Ef	100,00	0	0	0	0	0	0,01	0	0

(continua)



**Apêndice 10: Resultados da rodagem para o ano de 2004**

DMU	Escore (%)	INPUTS					OUTPUTS			
		Hdoutor {I}{W}	himestre {I}{W}	outros {I}{W}	evasao {I}{W}	vagasof {I}{W}	nform {O}{W}	nmatr {O}{W}	receita {O}{W}	
1	Aa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Ba	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Na	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Da	100,00	1	0	0	0	0	0	0	0
5	Ca	87,91	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
6	Ab	100,00	0,01	0	0	0	0	0,01	0	0
7	Ac	79,27	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
8	Fa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
9	La	100,00	0,01	0	0,02	0	0	0,05	0	0
10	Eb	98,86	0	0	0	0,01	0	0	0	0
11	Ed	100,00	0	0	0	0,01	0	0	0	0
12	Ee	97,64	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
13	Ha	100,00	0	0	0	0,01	0	0	0	0
14	Ia	95,14	0	0	0	0,02	0	0,01	0	0
15	Ja	99,60	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Je	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
17	Jg	89,05	0	0	0	0	0	0	0	0
18	Jh	77,35	0	0	0	0,02	0	0,02	0	0
19	Ka	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
20	Lb	100,00	0	0	0	0	0,01	0,02	0	0
21	Ma	67,88	0	0	0	0,02	0	0,03	0	0
22	Ib	100,00	0	0	0	0,01	0	0	0	0
23	Lc	100,00	0	0	0,04	0,03	0	0	0	0
24	Ld	100,00	0	0	0	0,02	0	0,02	0	0
25	Oa	61,19	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
26	Pa	71,58	0	0	0	0,07	0	0,04	0	0
27	Qa	100,00	0	0	0	0	0,01	0	0	0
28	Ra	99,60	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
29	Ga	91,26	0	0	0	0	0	0	0	0
30	Sa	100,00	0	0	0	0	0	0	0	0
31	Ta	65,16	0	0	0	0,01	0	0,01	0	0
32	Ua	94,42	0	0	0	0,01	0,01	0,01	0	0
33	Va	100,00	0	0	0,02	0,06	0	0,07	0	0
34	Ef	100,00	0	0	0	0	0	0,01	0	0

(continua)

## Apêndice 10: Resultados da rodagem para o ano de 2004

DMU	BENCHMARKS	INPUTS					OUTPUTS		
		{S} Hdoutor {I}	{S} himestre {I}	{S} outros {I}	{S} evasao {I}	{S} vagasof {I}	{S} nform {O}	{S} nmatr {O}	{S} receita {O}
1	Aa	2							
2	Ba	2							
3	Na	4							
4	Da	5							
5	Ca	8 (0,01) 16 (0,02) 24 (0,26) 27 (0,21) 30 (0,23)	4952,42	0	0	0	0	0	1758977,26
6	Ab	1							
7	Ac	2 (0,05) 8 (0,01) 13 (0,02) 16 (0,20) 24 (0,29)	0	730,75	0	0	0	0	93393,41
8	Fa	7							
9	La	0							
10	Eb	4 (1,25) 8 (0,00) 11 (0,18) 19 (0,26) 24 (0,35)	752,47	0	483,9	0	0	0	0
11	Ed	1							
12	Ee	4 (0,08) 8 (0,05) 19 (0,08) 22 (0,18) 24 (0,27) 30 (0,03)	0	0	0	0	16,82	0	0,01
13	Ha	3							
14	Ia	3 (0,05) 13 (0,13) 22 (0,39) 30 (0,02)	0	2382,03	0	0	9,21	0	18,67
15	Ja	1 (0,06) 2 (0,43) 8 (0,01)	0	1286,87	459,36	0	0	1,44	0
16	Je	6							
17	Jg	3 (0,01) 16 (0,44) 30 (0,11)	770,49	1027,43	0	0	0	7	0
18	Jh	3 (0,03) 22 (0,04) 24 (0,16) 30 (0,13)	184,37	0	0	0	26,8	0	10,59
19	Ka	2							
20	Lb	0							
21	Ma	4 (0,40) 24 (0,23)	3026,93	2930,63	0	0	40,94	0	12,01
22	Ib	3							
23	Lc	0							
24	Ld	11							
25	Oa	16 (0,14) 24 (0,56) 27 (0,05) 30 (0,06)	414,53	2369,05	0	0	0	0	648527,27
26	Pa	13 (0,05) 24 (0,17) 27 (0,01)	3455,11	6362,6	2958,62	0	55,86	0	0
27	Qa	5							
28	Ra	4 (0,18) 27 (0,36) 30 (0,18)	944,88	1559,34	0	0	4,38	0	15,94
29	Ga	4 (0,67) 6 (0,83) 8 (0,04) 24 (0,43)	0	1013,86	0	0	348,06	0	0
30	Sa	8							
31	Ta	16 (0,05) 24 (0,44) 27 (0,03) 30 (0,07)	1652,06	1747,66	0	0	0	0	283130,48
32	Ua	1 (0,01) 3 (0,04) 8 (0,00) 16 (0,11) 24 (0,09)	682,47	0	0	0	0	0	473294,29
33	Va	0							
34	Ef	0							

## Apêndice 11: *Softwares* mais comuns

A complexidade de resolução do modelo matemático proposto pela técnica DEA tende a aumentar, na medida em que a quantidade de DMUs e o número de variáveis envolvidas<sup>15</sup> no problema se elevam (RIBEIRO, 2003). Logo, a tarefa de calcular a eficiência sem um *software* pode ser muito onerosa. “Não é a toa que Charnes, Cooper e Rhodes (1978) afirmam que a DEA é computacionalmente intensiva”. Em função dessa complexidade, foram desenvolvidos *softwares* capazes de facilitar a resolução desses problemas. Alguns deles, os mais populares, são: Efficiency Measurement System (EMS); DEAP, BANXIA, WARWICK, Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD), OnFront2, DEA Solver, IDEAS, LINGO, dentre outros. Esses *softwares* geralmente variam em relação à plataforma que rodam, à capacidade de inclusão de variáveis, à determinação de restrições, à utilização de modelos aditivos, à orientação ao insumo/produto, à supereficiência, ao empacotamento radial, convexo, à utilização gratuita ou não, dentre outras. Entretanto, para este trabalho, o *software* escolhido foi o SEM, que, além de rodar no sistema operacional Windows, aceita planilhas do MS Excel ou em formato de texto.

Outra vantagem é que esse *software* é *freeware* e de fácil manuseio, além de ser tão ou mais completo do que os *softwares* alternativos. Segundo o *User's Manual version 1.3*, já haviam sido rodados com sucesso dados com mais de 5.000 (cinco mil) DMUs e 40 (quarenta) *inputs* e *outputs*.

---

<sup>15</sup> O número de variáveis envolvidas determina a quantidade de restrições do modelo.