

Universidade Federal de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção

Daniel Massen Frainer

**A EFICIÊNCIA TÉCNICA DE  
HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS FEDERAIS  
BRASILEIROS NO PRIMEIRO  
SEMESTRE DE 2001**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis

2004

Daniel Massen Frainer

**A EFICIÊNCIA TÉCNICA DE  
HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS FEDERAIS  
BRASILEIROS NO PRIMEIRO  
SEMESTRE DE 2001**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
como requisito parcial para obtenção  
do grau de Mestre em  
Engenharia de Produção.

Orientadora: Maria Cristina Marino Calvo

Florianópolis

2004

Daniel Massen Frainer

**A EFICIÊNCIA TÉCNICA DE  
HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS FEDERAIS  
BRASILEIROS NO PRIMEIRO  
SEMESTRE DE 2001**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a  
obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de  
Produção** no **Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Produção** da  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 26 de maio de 2004.

Prof. Edson P. Paladini  
Coordenador do Programa

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup> Maria Cristina Marino Calvo-CCS-SPB  
Universidade de Federal de Santa Catarina  
ORIENTADORA

---

Prof.Dr. João Neiva de Figueiredo-CTC-EPS  
Universidade de Federal de Santa Catarina

---

Prof.Dr. Sergio F. Torres de Freitas –CCS-SPB  
Universidade de Federal de Santa Catarina

## Resumo

FRAINER, Daniel Massen. **A Eficiência Técnica de Hospitais Universitários Federais Brasileiros no primeiro semestre de 2001**. 2004. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

O presente trabalho desenvolve uma análise do desempenho dos 45 hospitais universitários federais brasileiros (HUs) durante o primeiro semestre de 2001. As análises específicas sobre a situação destas instituições através da eficiência técnica foram obtidas por modelos de programação matemática referidos na literatura como análise por envoltória de dados [data envelopment analysis (DEA)]. Com objetivo geral de avaliar a eficiência técnica dos Hospitais Universitários Federais Brasileiros, no primeiro semestre de 2001, foi criado um modelo de hospitais universitários federais brasileiros construído a partir de um modelo base de produção hospitalar. Com a utilização dos dados fornecidos pelo Ministério da Educação (MEC) realizou-se uma aplicação dos modelos DEA-CCR e DEA-BCC. Através desta aplicação puderam-se estimar os indicadores de eficiência técnica para os hospitais universitários federais brasileiros e análise destes indicadores, no modelo empírico apresentado dos HUs, apontou, pelos seus resultados individuais, que foram encontrados 10 HUs eficientes, utilizando um modelo DEA-CCR e, 16 HUs eficientes utilizando o modelo DEA-BCC. Para cada um dos hospitais considerados ineficientes, a metodologia DEA identificou os focos de ineficiência, indicando algumas alterações nos planos de produção para que eles se tornem eficientes.

Palavras-chave: Avaliação hospitalar; Produtividade e eficiência; Análise por Envoltória de Dados.

## **Abstract**

FRAINER, Daniel Massen, **The Technical Efficiency of the Brazilian Federal University Hospitals in the First Semester of 2001**. 2004, 60 pages. Master's Degree Thesis (Production Engineering Master Program) – Federal University of Santa Catarina, Florianopolis, Brazil

This thesis presents an analytical approach of the performance of 45 university hospitals in Brazil (HU) during the first semester of 2001. The specific analysis on technical efficiency of the hospitals was gathered through mathematical programming models called data envelopment analysis (DEA). The analysis is centered on a model of university hospitals built from a basis model of hospital production. Data from the Brazilian Ministry of Education (MEC) were the framework to apply the DEA-CCR and DEA-BCC models. Through such application, it was possible to estimate the technical efficiency indicators for federal university hospitals and the analysis of the data showed that 10 hospitals are efficient, using a DEA-CCR model, and 16 HUs efficient using a DEA-BCC model. For each hospital considered not efficient the DEA methodology identified the inefficiency focus not efficient, indicating some plans to change this situation for its change efficient.

Key words: hospital evaluation; productivity and efficiency; data envelopment analysis; DEA.

## Sumário

<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Quadros.....</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de Tabelas.....</b>	<b>ix</b>
<b>Lista de Abreviaturas, siglas e símbolos.....</b>	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 EFICIÊNCIA TÉCNICA DE HOSPITAIS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 O hospital.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Avaliação do desempenho de hospitais.....</b>	<b>16</b>
<b>3 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO HOSPITALAR.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Eficiência Técnica.....</b>	<b>24</b>
<b>3.2 As Medidas DEA de Eficiência Técnica.....</b>	<b>29</b>
3.2.1 Modelo DEA-CCR.....	29
3.2.2 Modelo DEA-BCC.....	32
<b>4 A AVALIAÇÃO DOS HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS FEDERAIS.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Seleção de variáveis.....</b>	<b>40</b>
4.1.1 O banco de dados.....	43
<b>4.2 Aplicando os modelos DEA.....</b>	<b>44</b>
4.2.1 Aplicação do modelo DEA-CCR.....	44
4.2.2 Aplicação do modelo DEA-BCC.....	49
<b>5 CONCLUSÕES RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>59</b>

## Lista de Figuras

Figura 2.1: Hospital sob a ótica produtiva.....	p.19
Figura 2.2: Processo de produção de um Hospital Universitário Federal.....	p.19
Figura 3.1: Fronteira de eficiência de Farrell.....	p.26
Figura 4.1: Modelo empírico para avaliação de um Hospital Universitário Federal Brasileiro.....	p.42

## **Lista de Quadros**

Quadro 2.1: Encadeamento de processos hospitalares.....	p.15
---	------

## Lista de Tabelas

Tabela 4.1: Estatísticas básicas dos HUs.....	p.43
Tabela 4.2: Escores de eficiência técnica obtidos pelo modelo DEA-CCR.....	p.45
Tabela 4.3: Percentuais de expansão máxima nos produtos.....	p.46
Tabela 4.4: Valores de quantidades de produtos observados e projetados.....	p.47
Tabela 4.5: Escores de eficiência por porte hospitalar pelo modelo DEA-CCR.....	p.48
Tabela 4.6: Escores de eficiência obtidos pelo modelo DEA-BCC.....	p.49
Tabela 4.7: Escores de eficiência obtidos pelos modelos DEA-CCR e BCC.....	p.50
Tabela 4.8: Escores de eficiência por porte hospitalar pelo modelo DEA-BCC.....	p.51
Tabela 4.9: Percentual de eficiência por porte hospitalar nos modelos DEA-CCR e BCC.....	p.52
Tabela 4.10: Percentual de melhoria nos escores de eficiência nos modelos DEA-CCR e BCC.....	p.52

## Lista de Abreviaturas, siglas e símbolos

Sigla	Hospital	Universidade Federal
CFFRJ	Clementino Fraga Filho	Universidade Federal do Rio de Janeiro
CPHBA	Centro Pediátrico Hosannah de Oliveira	Universidade Federal da Bahia
GGRJ	Gaffrée e Guinle	Universidade do Rio de Janeiro
HBFSPA	Hospital Universitário Benita Ferro de Souza	Universidade Federal do Pará
HCGO	Hospital das Clínicas	Universidade Federal de Goiás
HCMG	Hospital de Clínicas	Universidade Federal de Minas Gerais
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre	Universidade do Rio Grande do Sul
HCPE	Hospital de Clínicas	Universidade Federal de Pernambuco
HCPR	Hospital de Clínicas	Universidade Federal do Paraná
HCUMG	Hospital das Clínicas	Universidade Federal de Uberlândia
HEFARJ	Hospital Escola São Francisco de Assis	Universidade Federal do Rio de Janeiro
HEMG	Hospital Escola	Facul.de Medicina do Triangulo Mineiro
HEPRS	Hospital Escola	Universidade Federal de Pelotas
HGVAM	Hospital Universitário Getúlio Vargas	Universidade do Amazonas
HJBBPA	Hosp. Univer. João de Barros Barreto	Universidade Federal do Pará
HMAPMS	Hospital Maria Aparecida Pedrossian	Univer. Federal do Mato Grosso do Sul
HPRN	Hospital de Pediatria	Univer. Federal do Rio Grande do Norte
HSP	Hospital São Paulo	Univesidade Federal de São Paulo
HUABRN	Hospital Universitário Ana Bezerra	Univer. Federal do Rio Grande do Norte
HUACPB	Hosp. Univer. Alcides Carneiro	Universidade Federal do Paraífa
HUAL	Hospital Universitário	Universidade Federal de Alagoas
HUAMES	Hospital Universitário Antonio Moraes	Universidade Federal do Espírito Santo
HUAPRJ	Hospital Universitário Antonio Pedro	Universidade Federal Fluminense
HUDF	Hospital Universitário	Universidade Federal de Brasília
HUESBA	Hospital Universitário Prof. Edgard Santos	Universidade Federal da Bahia
HUJFRJ	Hospital Universitário	Univer.Federal de Juiz de Fora
HUJMMT	Hospital Univer. Júlio Muller	Universidade Federal de Mato Grosso
HUKWPB	Hospital Universitário Lauro Wanderley	Universidade Federal do Paraífa
HUMA	Hospital Universitário	Universidade Federal do Maranhão
HUMCRS	Hospital Univer. Dr. Miguel Riet Correa Jr.	Universidade do Rio Grande do Sul
HUOLRN	Hospital Universitário Onofre Lopes	Univer. Federal do Rio Grande do Norte
HUSC	Hospital Universitário	Universidade Federal de Santa Catarina
HUSE	Hospital Universitário	Universidade Federal de Sergipe
HUSM	Hospital Universitário de Santa Maria	Universidade Federal de Santa Maria
HUWCCE	Hospital Universitário Walter Cantídio	Universidade Federal do Ceará
IDTRJ	Instituto de Doenças do Tórax	Universidade Federal do Rio de Janeiro
IGRJ	Instituto de Ginecologia	Universidade Federal do Rio de Janeiro
IMGRJ	Instituto de Puer. Ped. Martagão Gesteira	Universidade Federal do Rio de Janeiro
INDCRJ	Instituto de Neurologia Deolindo Couto	Universidade Federal do Rio de Janeiro
IPRJ	Instituto de Psiquiatria	Universidade Federal do Rio de Janeiro
MCOBA	Maternidade Climério de Oliveira	Universidade Federal da Bahia
MEACCE	Maternidade Escola Assis Chateaubriand	Universidade Federal do Ceará
MEJCRN	Maternidade Escola Januário Cicco	Univer. Federal do Rio Grande do Norte
MERJ	Maternidade Escola	Universidade Federal do Rio de Janeiro
MHFSE	Maternidade Hildete Falcão	Universidade Federal de Sergipe

## 1 INTRODUÇÃO

O hospital universitário é uma organização peculiarmente complexa. Sua missão organizacional primordial é recuperar, manter e incrementar os padrões de saúde de seres humanos. Essa missão demanda um conjunto altamente divergente e complexo de atividades tais como a realização de atendimentos, exames, diagnósticos e tratamentos, planejamento e execução de internações e intervenções cirúrgicas, as práticas do ensino e da pesquisa e a formação de profissionais de saúde.

Apenas uma pequena parcela dos hospitais tem papel relevante e significativo na formação de profissionais da área de saúde. Tais instituições são em sua quase totalidade hospitais universitários.

A avaliação do desempenho de hospitais é atividade de vital importância para a administração dessas instituições, quer no que se refere ao objetivo de otimizar a utilização dos seus recursos, quer como prática capaz de apontar erros e direcionar caminhos em busca da melhoria contínua dos seus serviços de assistência à saúde.

Como a direção de um hospital tem controle limitado sobre os atores e fatores que afetam a geração e qualidade dos serviços de assistência à saúde que ele gera, então, a avaliação da eficiência técnica hospitalar é instrumento essencial não somente para tornar mais racional o gerenciamento dos recursos hospitalares, mas, também, para melhor compreender o comportamento gerencial da direção.

A literatura brasileira sobre desempenho hospitalar é carente de estudos quantitativos de avaliação da eficiência técnica dessas instituições de saúde, por isso a motivação desta dissertação, que avalia a eficiência técnica dos hospitais universitários federais no primeiro semestre de 2001.

Uma das hipóteses levantadas na literatura é de que os Hospitais com maior porte deveriam, necessariamente, pela escala de produção apresentar economias de escala e com isso apresentarem numa avaliação comparativa com Hospitais de porte menor, tem relativamente um maior percentual de hospitais operando eficientemente. Uma outra hipótese seria de que a tecnologia hospitalar apresente retornos constantes de escala.

A dissertação tem o objetivo geral de avaliar a eficiência técnica dos Hospitais Universitários Federais Brasileiros no primeiro semestre de 2001 e, testar estas hipóteses com objetivos específicos de:

- Criação de um modelo para avaliar hospitais universitários federais brasileiros.
- Construção de um banco de dados para os hospitais universitários federais brasileiros para 2001.
- Avaliação dos indicadores de eficiência técnica para os hospitais universitários federais brasileiros utilizando modelos DEA.
- Analisar os indicadores estimados.

Esta dissertação está estruturada em quatro capítulos. O primeiro contém esta introdução ao tema, descrevendo os objetivo, hipótese e justificativa do estudo. O segundo aborda o tema eficiência técnica de hospitais e modela o hospital como um sistema produtivo. O terceiro descreve a abordagem Análise Envoltória de Dados que posteriormente corresponderá à aplicação feita para o estudo do desempenho hospitalar. No capítulo quatro, a avaliação dos 45 hospitais universitários federais brasileiros. Finalizando têm-se as conclusões e as recomendações pertinentes.

## 2. EFICIÊNCIA TÉCNICA DE HOSPITAIS

### 2.1 O hospital

A idéia de que o paciente precisa de cuidados e de abrigo e a necessidade de hospedaria para ele são anteriores à idéia do hospital como estabelecimento relacionado ao tratamento médico de doenças. As cidades, em todas as épocas, têm-se mobilizado para tentar prover a necessidade de abrigo e assistência aos doentes. Templos, conventos e mosteiros foram as primeiras instituições a receber doentes e a lhes providenciar atenções especiais. A caridade, que sempre foi cultivada pelas religiões mais difundidas nas cidades européias, levou seus seguidores a edificarem inúmeros estabelecimentos voltados à prestação de várias modalidades de assistência social, neles se incluindo aqueles dedicados a tratamento médico de doenças.

O hospital médico e terapêutico surgiu somente no século XVIII. Essa transformação ocorreu por motivos econômicos e políticos (CALVO, 2002, P.39). Desde então, ele vem sendo visto como uma firma prestadora de serviços destinada a oferecer assistência médico-hospitalar de forma sistemática.

Contudo, os serviços prestados pelos hospitais brasileiros nem sempre foram sistemáticos. Segundo Marcondes *apud* Koltermann (1984) algumas décadas atrás ainda não havia acesso de forma generalizada aos programas de apoio governamental ou de ordenação sistemática das atividades hospitalares, pois o hospital era visto mais como uma simples instituição de benemerência e como escola para o treinamento de profissionais de medicina e enfermagem.

Há diversas formas de os hospitais serem classificados. A maioria delas busca facilitar o conhecimento de como são geridos os recursos e de como é feita a distinção das diferentes enfermidades dos pacientes. As classificações mais usuais dizem respeito ao porte, à especificidade do tratamento médico, à complexidade de ações e à natureza administrativa.

Quanto ao porte, os hospitais são classificados pelo número de leitos existentes. De forma geral, entende-se por hospital de porte pequeno aquele que possui até 50 leitos; de porte médio, com 51 a 150 leitos; de porte grande com 151 a 500 leitos; e de porte extra grande, com mais de 500 leitos. Essa classificação, embora bastante propagada, não leva em consideração aspectos essenciais para a promoção de assistência à saúde, como a área de abrangência do hospital, o perfil epidemiológico da população atendida e o número de outros hospitais na área (CALVO, 2002, p.41).

Quanto à especificidade, o hospital pode ser geral ou especializado. O hospital geral fornece atendimento para todas as patologias, especialmente as especialidades médicas básicas como: cirurgia, obstetrícia, pediatria e clínica médica. Já o hospital especializado se ocupa com o atendimento de uma única especialidade. Há hospitais que, além do envolvimento em atividades relacionadas ao tratamento médico de pacientes, também promovem atividades de ensino, como os hospitais universitários públicos.

Quanto à natureza administrativa, os hospitais são classificados como públicos e privados. Os públicos são mantidos pelo Estado, em suas diversas esferas (federal, estadual e municipal), e têm, como uma das suas fontes de recursos, receitas dos orçamentos públicos destinados à área da saúde. Os hospitais privados são mantidos principalmente por receitas diretas oriundas do pagamento pelo tratamento realizado nos pacientes. Com relação à forma de gestão dos recursos dentro dos hospitais, numa ótica de públicos e privados, existem algumas diferenças relacionadas à função objetivo de cada gestor. Nos hospitais públicos, os gestores são designados por uma entidade governamental, com objetivo principal de atender o maior número possível de pacientes eles não podem recusar atendimento a pacientes, pois a sua finalidade é promover o bem-estar social da população de sua área de

abrangência. Por sua vez, os hospitais privados são, geralmente, geridos pelos donos ou por gerentes contratados para esse fim. O objetivo da gestão é maximizar os lucros.

Do ponto de vista produtivo, o hospital pode ser visto como uma organização que emprega múltiplos insumos para gerar múltiplos produtos. Nessa perspectiva, alguns dos recursos são básicos para um hospital fornecer assistência médica, sejam elas curativas ou de ensino.

Entretanto, existe uma dificuldade na quantificação dos produtos hospitalares devido ao processo produtivo hospitalar necessitar de vários subprodutos gerados pelos diversos departamentos do hospital. Com o quadro 2.1, pode-se observar os diversos processos que levam a geração de um produto hospitalar.

Quadro 2.1: Encadeamento dos processos hospitalares

Hospital	Departamentos					
Processo	Internação	Laboratório	Centro Cirúrgico	Limpeza	Enfermagem	Administração
Tratamento clínico						
Tratamento cirúrgico						
Exames ambulatoriais						
Manutenção instalações						

Fonte: adaptado de HANSEN, (1993).

Na realidade, a configuração dos processos produtivos hospitalares se assemelha a uma cadeia produtiva, na qual cada elo executa uma atividade e gera um tipo de produto que, ao mesmo tempo, é insumo para os elos inferiores (*downstream*), e produto final de elos superiores (*upstream*).

Cada componente superior mais simples na cadeia gera atividades de maior complexidade que estariam localizadas em elos inferiores, como por exemplo, cirurgias, cujo resultado dependem dos resultados de vários procedimentos hospitalares como enfermagem, limpeza, internação, laboratório e centro cirúrgico.

Antes de um paciente ser submetido a uma cirurgia realiza-se primeiro uma consulta médica gerando um diagnóstico, que é um resultado da atividade ambulatorial. Feito o diagnóstico, procedimentos hospitalares necessários para a decisão de o paciente ser submetido a uma cirurgia, à realização da cirurgia e alta do paciente, por sucessivos departamentos interligados.

Dessa forma, se por um lado os departamentos de um hospital operam independentemente em suas atividades específicas, por outro lado, eles integram-se aos demais departamentos cujas atividades são fundamentais para assistência médica.

## **2.2 Avaliação do desempenho de hospitais**

A avaliação de desempenho produtivo de instituições hospitalares é uma atividade que se inicia com os hospitais privados, possivelmente pelo fato de o lucro ser o principal objetivo deles. Aos poucos, a avaliação estendeu-se para a análise da qualidade dos serviços ofertados devido à concorrência entre os hospitais exigindo a criação de diferenciação entre produtos do atendimento.

Atualmente, tanto os hospitais privados como públicos estão sendo submetidos a avaliações que analisam os aspectos relacionados à qualidade e à eficiência. Espigares *apud* Calvo (2002), estruturou um método de avaliação do desempenho produtivo hospitalar considerando as etapas do processo administrativo como a alocação de insumos, a geração de produtos intermediários como leitos disponibilizados e alimentação oferecida, a geração de melhorias dos níveis de saúde pública entre outras. Essa visão sistêmica do hospital é, do prisma produtivo, seu grande mérito, incorporando na avaliação dos hospitais aspectos econômicos fundamentais para uma avaliação consistente e robusta.

No Brasil, esse tipo de avaliação vem sendo estudada sob um aspecto bem geral, como por exemplo: (a) Programa de Estudos Avançados em Administração Hospitalar e Sistema de Saúde (PROHASA / São Paulo) que

coleta dados referentes à caracterização do estabelecimento, mão-de-obra, pacientes/dia, taxa de ocupação, consumo de energia, água, gás e oxigênio, roupa lavada, número de exames e outros procedimentos, número de cirurgias, partos, cesáreas, número de refeições servidas, consultas ambulatoriais, entre outros dados; (b) A Organização Pan-Americana da Saúde / OMS traz contribuições importantes para a avaliação da qualidade da organização da assistência médica e áreas de apoio, documentação física, estrutura físico-funcional e instalações, através da publicação dos padrões e indicadores de qualidade para os hospitais; (c) O Programa de Controle de Qualidade do Atendimento Médico-Hospitalar no Estado de São Paulo produz manuais de orientação aos hospitais participantes que, e por essa razão cede estudos que mais se aproximam da pesquisa relatada nesta dissertação.

A maioria dos hospitais universitários federais foi criada na década de 1960, tendo como fonte de recursos as verbas do SUS e do Ministério de Educação (MEC). A gestão desses hospitais depende de um Conselho Hospitalar e da Direção de cada hospital nomeada pela Reitoria da Universidade à qual ele pertence. Como esses hospitais oferecem treinamento de profissionais da área de saúde, além dos serviços de assistência à saúde, eles têm custos mais elevados que os hospitais que não contemplam ensino (GROSSKOPF,2001). Ademais, nota-se que Lee e Hadley *apud* Grosskopf (2001) analisando o impacto dos residentes na eficiência do fornecimento de serviços hospitalares, notaram que os custos associados aos residentes são maiores que os associados aos médicos, devido ao fato de os residentes ordenarem uma quantidade maior de exames para os seus pacientes.

Assim, para examinar o desempenho de um hospital universitário é necessário levar em conta o fato de que nele há o envolvimento tanto de atividades de assistência à saúde como de atividades de treinamento e formação de recursos humanos para a área da saúde.

Seguindo o referencial de autores como Marinho (2001) e Grosskopf (2001), inicia-se a modelagem retratando um fluxo hospitalar básico do ponto de vista produtivo, a partir do qual serão selecionadas, progressivamente, as variáveis observadas que constituirão o modelo teórico da produção hospitalar, que será

o mais simples possível para a pesquisa em pauta. Tal simplicidade é defendida por Karl Popper e Milton Friedman *apud* Maddala (2000, p.04) “porque modelos simples são fáceis de entendimento, comunicação, e teste empírico com dados”.

Já em Koopmans *apud* Maddala (2000, p.05) argumenta-se que é melhor iniciar com o modelo simplificado e progressivamente construir um modelo mais complicado.

Para Marinho (2001), a missão desses Hospitais demanda do conjunto altamente divergente e complexo de atividades: a realização de consultas médicas, exames laboratoriais, diagnósticos clínicos e tratamentos ambulatoriais; o planejamento e a execução de internações e intervenções cirúrgicas; as práticas do ensino e da pesquisa; e o treinamento e formação de profissionais de saúde.

Os hospitais universitários federais brasileiros (HUs) representam papel importante na formação e treinamento de recursos humanos na área da saúde. Segundo Matinho (2001), em 1999, os 45 HUs tinham pouco mais de 6600 leitos, realizavam cerca de 12 milhões de consultas, 390 mil internações e 500 mil cirurgias. Nesse ano, as receitas totais deles somaram cerca de R\$ 600 milhões.

Para incorporar à função de hospital a sua missão de formação e treinamento de profissionais de saúde, cabe caracterizar um HU com relação às atividades de assistência à saúde, típicas de todo o hospital, e também atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Tal caracterização é ilustrada pelas figuras 2.1 e 2.2.

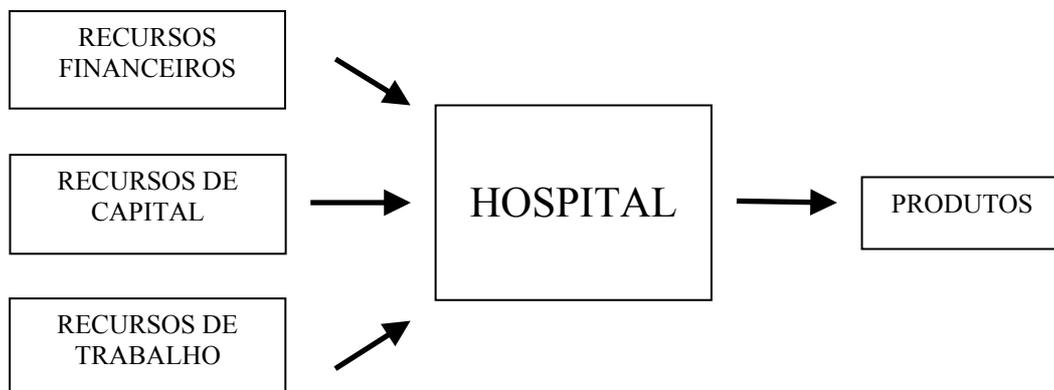


Figura 2.1: Hospital sob a ótica produtiva

Seguindo o referencial da figura 2.1, que é a representação mais elementar de transformação de recursos básicos em produção e tendo por objetivo modelar um hospital universitário federal, a modelagem seleciona os recursos e os resultados mais relevantes para a análise produtiva hospitalar.

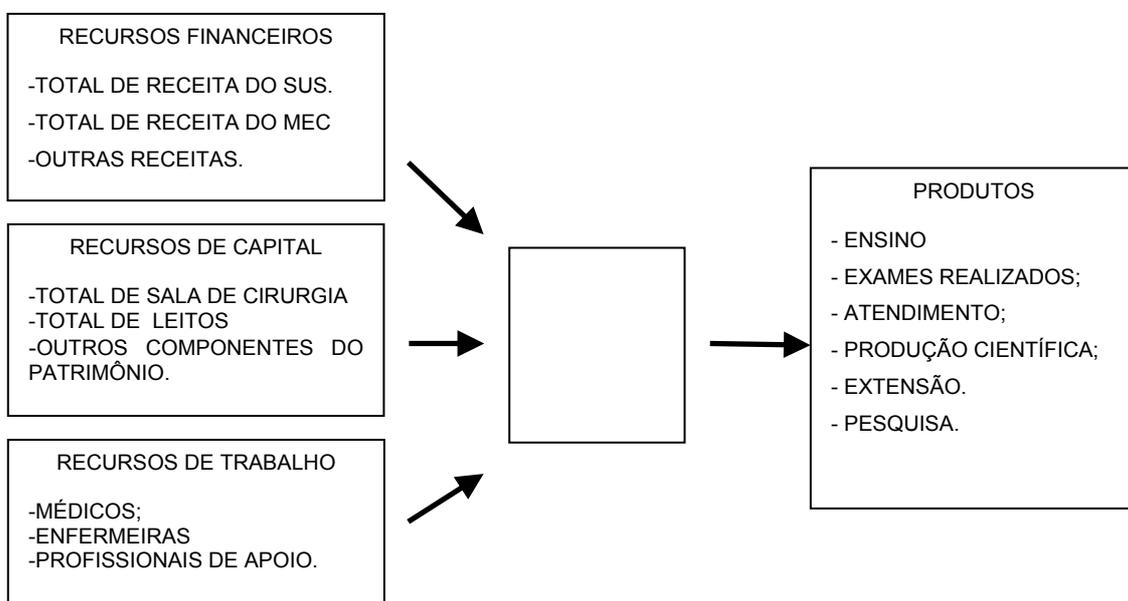


Figura 2.2: Processo de produção de um Hospital Universitário Federal

Os recursos de capital de maior impacto na produção dos hospitais são as salas de cirurgia, os ambulatórios, e os demais itens do patrimônio do hospital.

As atividades de ensino explicam a existência de salas de aulas e bibliotecas; os recursos de trabalho são os médicos, os enfermeiros e demais profissionais que participam das atividades produtivas dos hospitais. No caso do HU, também existem os médicos residentes e os estagiários de medicina e enfermagem. Os médicos ocupam no HU uma dupla função: de prestadores de serviços de assistência à saúde e de professores dos alunos e dos residentes.

Há dois grupos de produtos no HU: os de fundo acadêmico, que visualizamos nos alunos treinados, na produção científica e nas atividades de extensão (associadas à presença de saúde pública para a comunidade); e os de assistência à saúde pelo atendimento feito pelos médicos diretamente aos pacientes como as cirurgias, os exames laboratoriais, os atendimentos ambulatoriais e as internações, por exemplo.

A figura 2.2 aperfeiçoa a representação elementar de um hospital apresentada na figura 2.1 trazendo outras características que são visualizáveis somente em hospitais universitários federais.

### **3 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO HOSPITALAR**

A análise da eficiência de hospitais envolve conceitos econômicos que devem ser esclarecidos para possibilitar a interpretação dos resultados desta dissertação, melhorando o entendimento por pesquisadores e profissionais da área da saúde e principalmente por gestores dos hospitais brasileiros, que, em sua maioria não estão muito familiarizados com os termos tradicionais da área de análise da eficiência.

Sob este prisma, o hospital caracteriza-se como uma unidade elementar, designada na literatura microeconômica como uma firma que gera múltiplos produtos e utiliza múltiplos insumos, cujas atividades produtivas são descritas de uma forma global pelos planos de operação, pelas tecnologias e as fronteiras de desempenho produtivo. Um plano de operação relaciona quantidades de vários insumos. Uma tecnologia relaciona a atividade dos planos de operação viáveis, isto é, daqueles planos em que a quantidade de produto puder ser gerada com os insumos existentes. A fronteira de desempenho produtivo é formada pelos planos de operação eficientes, isto é, aqueles planos em que pode ser realizado o produto.

O pressuposto básico da microeconomia é de que os recursos são geridos por uma firma de forma eficiente, isto é, que ela está sempre buscando utilizar as menores quantidades de insumos possíveis para gerar determinadas quantidades de produtos, caso o seu objetivo seja minimizar custos (VARIAN, 1992). Entretanto, caso seu objetivo seja maximizar os lucros, então o gestor procurará gerar a maior quantidade de produtos possíveis com os insumos existentes. A análise da firma sob a ótica da eficiência permite verificar se o gestor é eficiente ou não. Quando ineficiente, deve-se avaliar para encontrar-se a falha em alcançar o objetivo da firma é devido a problema técnico

(eficiência técnica) ou se a falha está gerada na forma como estão sendo geridos os recursos no hospital (eficiência alocativa).

A flexibilidade que cada hospital tem de combinar insumos na produção do produto pode ser analisada por Henderson e Quant (1998) através de simulações do que ocorreria quando se contraem insumos ou se expandem produtos, dentro da tecnologia dada.

Combinando, por exemplo, três insumos: de trabalho, financeiros e de capital, pode-se defini-los como recursos transformadores, entre eles médicos, enfermeiras e outras equipes que atuem diretamente ou indiretamente para a geração dos produtos hospitalares.

Como recursos a serem transformados, no caso do hospital, têm-se os pacientes submetidos aos procedimentos hospitalares e os residentes e acadêmicos que estão em processo de formação profissional. Para insumos de capital, auxiliares na transformação, existem salas ambulatoriais, salas de cirurgia, salas de emergência e leitos hospitalares. Como insumos intermediários podem ser incluídos medicamentos, material de consumo e outros utensílios para a geração dos produtos hospitalares.

Um fator determinante que pode levar à não obtenção do produto ao custo mínimo ou a um preço de oferta menor possível pode estar associado à questão da tecnologia de produção, mas também sofre influências da forma como os recursos são geridos no hospital. Geralmente, a autoridade no hospital é repartida em parcelas de densidades diferentes, como direção superior, a equipe clínica, representado pelos profissionais da área da saúde, principalmente médicos (GONÇALVES, 1984).

O problema reside no fato de que, ao longo de sua formação acadêmica, por serem detentores da última palavra sobre a morte de seus doentes, os médicos não gostam de repartir sua autoridade com outras pessoas do corpo clínico hospitalar. Surgem dificuldades de ajustamentos e os freqüentes desajustamentos entre o corpo clínico do hospital e a direção superior. No caso dos hospitais universitários federais brasileiros os diretores são nomeados

pela Reitoria das Universidades, mesmo quando eleitos por funcionários, à exemplo do que ocorre com os próprios Reitores, que são eleitos pela comunidade acadêmica, mas nomeados pelo Ministro da Educação.

O gestor hospitalar responde pela disponibilidade de recursos e instrumentos de toda natureza, indispensáveis à atividade assistencial. Porém, podem surgir dificuldades e conflitos, diante da intransigência dos médicos e da falta de flexibilidade como administrador. Agrava-se essa problemática se o mesmo ocupar as duas funções dentro do hospital, o que geralmente ocorre. (GONÇALVES, 1984)

Deve o profissional engajado na tarefa de gerir um hospital ter de considerar a melhor utilização dos recursos disponíveis, em relação a todos os grupos de interesse, com a habilidade de desenvolver compreensão e aceitação do sentido de coordenação de atividades distintas, mas que podem ser simultâneas na produção dos serviços hospitalares.

Todo o hospital quer chegar ao ótimo atendimento a fim de servir de referência no atendimento. Na tentativa de atingir o ótimo, levam-se em consideração, custos para a obtenção deste patamar. Tratando de hospitais públicos sabe-se que estes recursos são limitados.

Justamente por este motivo, avaliar hospitais é uma tarefa essencial para melhorar a utilização dos recursos e para que os profissionais envolvidos na gestão incorporem nos seus conhecimentos um referencial para a base do desenvolvimento de sua atividade. Para melhorar esta situação, deve haver uma crescente preocupação com o aumento da complexidade das operações hospitalares e em capacitar profissionais com um número de atributos capaz de garantir um funcionamento adequado do hospital.

Para Schulz e Johnson (1979) os administradores de hospitais devem ter conhecimento de sistemas de informações gerenciais, pesquisa operacional, análise de sistemas, econometria, administração financeira, pesquisa institucional, processamento de dados, ciências da computação, sistemas e métodos de desenvolvimento, administração científica, entre outros, para

analisar as informações. Esses conhecimentos devem ser incorporados aos profissionais quando recebem o treinamento.

Entretanto, se não possuem essa qualificação, devem delegar poder a outros que a possuam. A melhor capacitação dos profissionais das áreas administrativas deve também levar em consideração avaliações periódicas dos hospitais viabilizando pesquisas sobre a eficiência na utilização de recursos. A eficiência entendida aqui como uma relação consumo-produção procura maximizar a utilização dos recursos escassos para produção de produtos.

A presente pesquisa limita-se à análise apenas dos fatores diretamente ligados aos aspectos econômicos da tecnologia produtiva hospitalar.

### **3.1 Eficiência técnica**

Em pesquisas realizadas sobre eficiência hospitalar são comumente utilizados termos como eficiência técnica, eficiência alocativa, eficiência total. Para um melhor entendimento destas análises faz-se necessário qualificar alguns destes termos antes de apresentar os métodos não-paramétricos de avaliação da eficiência produtiva.

A exemplo disto, Koopmans *apud* Lovell (1993, p.10) definiu que um produtor (no nosso caso o hospital) é tecnicamente eficiente se um acréscimo em qualquer produto requer uma redução em pelo menos um outro produto ou um acréscimo em pelo menos um insumo, e se uma redução em qualquer insumo requer um acréscimo em pelo menos um outro insumo ou uma redução em pelo menos um produto.

Já para Farrell (1957), a eficiência pode ser decomposta em eficiência técnica e alocativa que, uma vez juntas, formam a eficiência total. A primeira componente da eficiência total seria a alocativa alcançada quando um hospital escolhe seus insumos em corretas proporções, dado o fator preço dos insumos.

Pode-se observar que as avaliações são análises comparativas de eficiência. Isto se deve ao fato de que em hospitais há dificuldade em estimar o preço dos serviços realizados. Desta forma, as avaliações da eficiência são realizadas comparativamente com outros hospitais existentes no mercado. Entretanto, uma limitação que apresenta este método é que pode ser considerado como um modelo de cenário congelado, dado que capta apenas a situação atual naquele dado período sem avaliar outros fatores da dinâmica econômica que são considerados dados.

Um destes métodos utilizados para se determinar estas ineficiências foi detalhadamente introduzido por Farrell (1957) quando apresentou a mensuração da eficiência relativa de firmas. Utilizou-se dois insumos ( $x$  e  $y$ ) para produzir uma quantidade de produto ( $Q$ ), sob o pressuposto de retornos constantes de escala, permitindo, assim, que a tecnologia fosse representada por uma única isoquanta<sup>1</sup>.

Esta eficiência total corresponderia à combinação da eficiência técnica, a qual refletia a habilidade de um hospital em obter o produto máximo para um dado grupo de insumos; e a eficiência alocativa, a qual refletia a habilidade de um hospital utilizar os insumos em proporções ótimas. Entretanto, eficiência técnica é uma condição necessária para eficiência alocativa; se um hospital não está na fronteira, isto é, é tecnicamente ineficiente, então ele está usando muito mais insumos para produzir os mesmos produtos que outro hospital que esteja na fronteira. Poderia estar produzindo o mesmo produto com menor gasto ou com outra combinação de recursos.

A idéia que Farrell (1957) defende é a de que existiam produtores eficientes e estes estariam numa fronteira de eficiência, dada pela sua produção e que os produtores ineficientes estariam próximos à fronteira, sendo sua ineficiência definida pela distância entre o nível de produção da unidade ineficiente em relação à fronteira.

---

<sup>1</sup> Uma isoquanta representa uma função em que para todas as combinações de insumos obtém-se uma mesma quantidade de produto.

Para ilustrar a fronteira de eficiência definida por Farrell (1957), utilizou-se a Figura 3.1, na qual estão representadas as eficiências técnica e alocativa. A isoquanta  $SS'$  representa as várias combinações dos dois insumos que são utilizados para produzir o produto pelos hospitais eficientes.

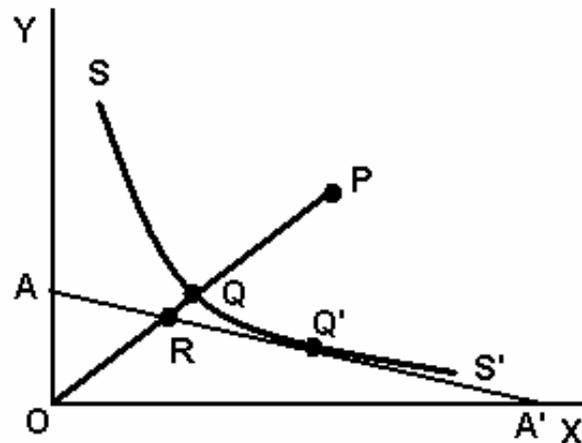


Figura 3.1: Fronteira de eficiência de Farrell  
Fonte: Farrell (1957)

A relação preço do insumo, representada pela inclinação da linha de isocusto representada por  $AA'$ , apresenta todas as possíveis combinações de insumos que possam ser adquiridas por um determinado custo total; e a eficiência alocativa da firma operando em  $P$  pode ser calculada a partir da razão:

$$EA_i = OR/OQ \quad (i)$$

Note-se que foi utilizada a nomenclatura  $i$  para representar que foi uma eficiência orientada para insumo. A eficiência técnica será calculada a partir da razão entre as distâncias  $OR$  e  $OP$ :

$$ET_i = OR/OP \quad (ii)$$

a eficiência completa, econômica, ou eficiência global, dar-se-á pelo produto das duas razões anteriores, sendo:

$$EE_i = (OR/OQ) \times (OR/OP) \quad (iii)$$

As três mensurações da eficiência mostradas anteriormente foram orientadas para insumo, variando entre zero e um o coeficiente de ineficiência, sendo que o escore igual a 1 representa as firmas eficientes, e escores menores que 1, para as firmas ineficientes.

Até este momento foi possível mensurar a eficiência através da distância entre o nível de produção observado e a fronteira. Isso porque se possuía o preço dos insumos e a receita obtida pela venda dos produtos, podendo desta forma determinar a linha de isocusto e isoreceita. Mas, utilizando insumos e produtos que não são de possível mensuração de preços, como os hospitalares, como o desempenho destes poderá ser medido? Dificilmente será por um valor paramétrico.

Para a solução deste problema, surge uma nova metodologia baseada na mensuração de insumo e produto de forma não-paramétrica.

Este método da análise de Farrel foi aperfeiçoado por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e denomina-se Análise Envoltória dos Dados (Data Envelopment Analysis - DEA). A abordagem utiliza modelos de programação linear para constituir fronteira de eficiência produtiva para unidades de produção como hospitais.

O DEA indica, por um índice de eficiência, se a unidade produtiva está ou não operando eficientemente. Estes modelos fornecem estimativas de eficiência apenas para os planos de operação observados.

Essa nova abordagem contrasta com a abordagem paramétrica que requer o conhecimento dos preços de cada insumo e de cada produto, bem como métodos que medem a eficiência através de números índice.

O método DEA não requer, também, fórmulas funcionais como as necessárias para as regressões estatísticas.

Segundo Cooper, Seiford e Tone (2000) com DEA mede-se o desempenho máximo para cada hospital em relação a todos os outros hospitais em sua

amostra observada, com a única exigência de que cada hospital encontre-se sobre ou abaixo da fronteira.

Em estatística, a regressão determina uma média que passa pelos pontos dados. Desta forma, pode-se definir os pontos acima desta linha média como estando ajustados e os pontos abaixo como inferiores ou insatisfatórios. Mede-se o grau de qualidade ou inferioridade de ajuste dos pontos dados pela distância da fronteira média denominado erro estocástico.

A fundamental diferença entre regressões estatísticas e métodos DEA encontra-se no fato de a primeira refletir a média ou tendência central de comportamento das observações com avaliação da performance total por derivação de uma linha de fronteira. Em métodos DEA, os hospitais são avaliados conforme a utilização de insumos para produção de determinada quantidade de produto, através de pesos para cada insumo e para cada produto, avaliando comparativamente todos os hospitais observados.

Para Cooper, Seiford e Tone (2000) o DEA gera os pesos para insumos e produtos por meio de programação linear criando uma combinação ótima de pesos para cada hospital. O termo “ótimo” é usado aqui para os resultados da relação insumo-por-produto para cada hospital, maximizada em relação a todos os outros hospitais.

Cabe neste ponto considerar que as tecnologias produtivas utilizadas em um hospital podem variar, apresentando diferentes retornos de escala. Os modelos DEA irão diferir conforme o tipo de tecnologia existente e pelas propriedades que essa tecnologia possui.

Este trabalho limitou-se a analisar apenas os modelos DEA mais conhecidos, de forma a mostrar o modelo mais adequado para analisar a eficiência dos hospitais públicos federais brasileiros.

### 3.2 As medidas DEA de eficiência técnica

Na metodologia DEA para avaliar a eficiência, os modelos mais consagrados na literatura são DEA-CCR, com retornos constantes de escala desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e DEA-BCC com retornos variáveis de escala, desenvolvido por Banker, Charnes e Cooper (1984).

#### 3.2.1 O Modelo DEA-CCR

O modelo DEA-CCR resulta em uma superfície de fronteira linear por partes com retornos constantes de escala (*Constant returns to scale* – CRS), podendo ainda, conforme o objetivo do gestor, ter uma orientação para minimizar custos, DEA-CCR orientado para insumo, ou maximizar lucros, DEA-CCR orientado para produto. Para nosso objeto de estudo, os hospitais, será realizada uma aplicação com o modelo orientado para produto.

A abordagem orientada para insumo (*input-orientated measures*) tem fórmula fracionária dada pela razão da soma ponderada de produtos e pela soma ponderada dos insumos, em que os pesos (multiplicadores) para ambos produtos e insumos são calculados conforme a medida de eficiência de cada hospital sujeita às restrições de que nenhum hospital pode possuir um escore de eficiência relativa maior do que 1. Assim, o DEA utiliza-se de programação matemática para obter estes resultados. Se for preocupar-se com a programação, a mais importante formulação para Charnes, Cooper e Rhodes (1981) de forma a captar a mensuração da eficiência gerencial (*decision making*) é de acordo com o que segue:

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}} \quad (1)$$

sujeito a

$$1 \geq \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} ; \text{ para } j = 1, \dots, n;$$

onde:

$$u_r, v_i > 0; r = 1, \dots, s; i = 1, \dots, m.$$

O  $x_{ij}$  representa os valores dos insumos para os hospitais observados; o  $y_{rj}$  representa a quantia observada de cada um dos  $r = 1, \dots, s$ , produtos obtidos por aqueles insumos. Todos os produtos e insumos são assumidos como valores positivos<sup>2</sup>.

As  $n$  restrições em (1) evidenciam que um hospital não pode obter uma taxa de eficiência que exceda uma unidade.

O modelo acima é um modelo de programação linear fracional que pode ser transformado em uma forma linear comum, para que se possa utilizar os métodos de programação linear convencional. Esta transformação é dada da seguinte forma:

Modelo CCR orientado para insumo (primal)

$$\max h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r1} \quad (2)$$

<sup>2</sup> Ver melhor Charnes, Cooper & Rhode, 1981, p.671.

sujeito a

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m v_i x_{i1} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} &\leq 0, \text{ para todo } j = 1, \dots, n. \\ -u_r &\leq -e, r = 1, \dots, s. \\ -v_i &\leq -e, i = 1, \dots, m. \end{aligned}$$

Este modelo CCR insumo-orientado (primal) pode agora derivar um modelo equivalente (dual), que ofereça a mesma informação sobre o nível de eficiência dos hospitais em análise, conforme descrito abaixo:

Modelo CCR orientado para insumo (dual)

$$\min h_0 = \theta - e \sum_{r=1}^s s_r - e \sum_{i=1}^m e_i \quad (3)$$

sujeito a

$$\begin{aligned} x_{i1} \theta - e_i - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j &= 0, \text{ para todo } i = 1, \dots, m. \\ -s_r + \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j &= y_{r1}, \text{ para todo } r = 1, \dots, s. \\ \lambda_j &\geq 0, \text{ para todo } j = 1, \dots, n. \\ e_i &\geq 0, \text{ para todo } i = 1, \dots, m. \\ s_r &\geq 0, \text{ para todo } r = 1, \dots, s. \end{aligned}$$

onde:

$h_0$  = taxa de eficiência relativa ao hospital O.

$s_r$  = variável de decisão correspondendo ao vetor de folga do produto r.

$e_i$  = variável de decisão correspondendo o vetor de excesso de insumo i.

$\lambda_j$  = variável de decisão correspondendo o vetor que define a faceta.

Entende-se por vetor de folga do produto o quanto o hospital tem que produzir a mais que  $r$  para se tornar eficiente. E vetor de excesso de insumo, o quanto o hospital terá de economizar do insumo  $i$  para se tornar eficiente. Com folgas iguais a zero, e a função objetivo dada ao hospital 0, serão eficientes os hospitais que estiverem na fronteira do hospital 0. Caso contrário, havendo folgas positivas e com função objetivo diferente do hospital 0, será considerado ineficiente, e estando abaixo da fronteira de eficiência DEA.

### 3.2.2 Modelo DEA-BCC

Um outro modelo básico DEA seria o DEA-BCC que apresenta superfície de fronteira com retornos variáveis de escala. Desenvolvido por Banker, Charnes e Rhodes (1984) este modelo é relevante para o estudo da eficiência por admitir que nem sempre a tecnologia apresenta retornos constantes de escala, podendo tal retorno decrescer, crescer ou mesmo ficar constante à medida que se aumenta ou reduz a escala de produção.

No modelo DEA-BCC pela mudança da superfície da fronteira, a fórmula fracional do modelo incluirá a variável  $\omega$  (ômega) que será adicionada para representar que é possível variar a superfície, resultando como segue:

Modelo DEA-BCC insumo orientado (primal)

$$\max h_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{r1} + \omega \quad (4)$$

sujeito a

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \omega \leq 0, \text{ para todo } j = 1, \dots, n.$$

$$\sum \lambda_j = 1$$

$$-u_r \leq -e, r = 1, \dots, s.$$

$$-v_i \leq -e, i = 1, \dots, m.$$

Note-se que estruturalmente os modelos CCR e BCC são semelhantes. No BCC podem os escores ser iguais ou menores que um. Na segunda restrição foi também adicionada a variável  $\omega$ . Existe ainda uma restrição a mais para convexidade  $\sum \lambda_j = 1$ .

Com isto, somente combinações convexas de conjuntos de hospitais serão permitidas para gerar a fronteira de produção.

Quanto à variável  $\omega$ , que define a superfície da fronteira em retornos variáveis de escala, se  $\omega$  apresentar nos resultados valor negativo a produção apresenta retornos de escala decrescentes; se não forem negativos, os retornos de escala serão crescentes; e se for zero, a produção apresenta retornos constantes de escala (MOITA, 2000).

#### Modelo DEA-BCC insumo orientado (dual)

$$\min h_0 = \theta - e \sum_{r=1}^s s_r - e \sum_{i=1}^m e_i \quad (5)$$

sujeito a

$$x_{i1} \theta - e_i - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j = 0, \text{ para todo } i = 1, \dots, m.$$

$$-s_r + \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j = y_{r1}, \text{ para todo } r = 1, \dots, s.$$

$$\sum \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \text{ para todo } j = 1, \dots, n.$$

$$e_i \geq 0, \text{ para todo } i = 1, \dots, m.$$

$$s_r \geq 0, \text{ para todo } r = 1, \dots, s.$$

onde:

$h_0$  = taxa de eficiência relativa ao hospital O.

$s_r$  = variável de decisão correspondendo ao vetor de folga do produto r.

$e_i$  = variável de decisão correspondendo o vetor de excesso de insumo i.

$\lambda_j$  = variável de decisão correspondendo o vetor que define a faceta.

O significado dos vetores de folga e de excesso são iguais ao do modelo CCR. A definição de faceta para um hospital seria formada pelo conjunto de hospitais eficientes que compõe uma face da superfície de envelopamento cujos hospitais ineficientes deverão projetar suas produções com a finalidade de se tornarem eficientes.

Ao se analisar alguns estudos referentes a aplicações de modelos DEA em hospitais, pode-se ver melhor como esta metodologia é utilizada para avaliar a sua eficiência técnica.

Entre estes, Chang (1998) mediu o impacto, no setor de saúde pública, decorrente da implantação de um novo Programa de Seguro de Saúde em Taiwan.

Chang (1998) procedeu a sua avaliação pela utilização de um modelo DEA com três insumos e dois produtos. Os insumos foram: tempo total equivalente ao emprego de médicos (PHYS), tempo total equivalente ao emprego de enfermeiras e pessoal de apoio (NURS) incluindo o serviço de auxiliares, e tempo total equivalente ao emprego de pessoal da gerência e da administração (ADM) incluindo o pessoal da nutrição e limpeza. Os produtos foram: o número de consultas clínicas (CLIN) incluindo consultas regulares e de emergência, e o número de dias do paciente consistindo os dias de cuidado com paciente em geral (GENE), agudo e intensivo em cuidados (A e I), e dias de cuidado com paciente crônico (CHRO).

Não foram incluídos insumos de capital do hospital com variável de insumo, como instalações, número de leitos, etc; por serem considerados pelo autor além do controle dos gerentes.

Os resultados obtidos por Chang (1998), para a amostra e o período abordado, apresentaram uma melhora nos Hospitais Tailandeses nos índices de eficiência em geral pela implantação do novo Plano de Seguro Social. Dada utilização de uma amostra com dados de séries temporais, a eficiência dos hospitais melhorou ano a ano em média.

Athanassopoulos e Gounaris (2001) utilizaram metodologia DEA para medir a eficiência técnica e alocativa de operações hospitalares em hospitais do setor público grego. A preocupação desses autores foi de mostrar como estes hospitais podem implementar melhorias na performance. Do lado da eficiência técnica pode-se obter informações de como as unidades hospitalares estão comparativamente utilizando seus recursos de insumos para produção de determinados produtos. E do lado da eficiência alocativa pode-se avaliar quais melhorias na eficiência devem ser implementadas para melhor utilização dos recursos. A avaliação dessas duas eficiências, determinam a eficiência total do hospital.

Esses autores primeiramente especificaram uma matriz de insumo-produto de operações hospitalares. Nesta matriz, os insumos eram representados por serviços de pessoal médico, médicos residentes, pessoal da administração, enfermeiras, custos operacionais, custos farmacêuticos, custos de fornecimento de remédios, outros custos, leitos, sendo conhecidos apenas os preços dos insumos de trabalho e desconhecidos os preços dos demais insumos (representados pelos custos das operações hospitalares). Foram supostos como produtos as altas de pacientes, os pacientes submetidos à cirurgia, os exames médicos e os testes de laboratório.

A eficiência alocativa foi medida através da razão entre a eficiência total e a eficiência técnica. O numerador desta razão, portanto, expressou a eficiência total dos hospitais desenvolvida a partir dos insumos com preços conhecidos mais os insumos com preços desconhecidos; no denominador a eficiência técnica dos hospitais foi obtida através da utilização de uma função objetivo por programação linear. Assim, a solução do denominador informa a respeito da eficiência técnica de hospitais individualmente.

A amostra utilizada por estes autores foi composta por 98 hospitais públicos gregos, que, foram divididos por tamanho determinado a partir da quantidade de leitos existentes seguindo o seguinte critério: hospitais com menos de 86 leitos que são denominados pequenos; os com mais de 86 e menos de 335 são médios; e os que tem mais do que 335 leitos são hospitais grandes. Os dados foram fornecidos pelo Sistema Nacional Grego de Saúde para o ano de 1993. Além disso, foram analisados separadamente os hospitais pelas regiões geográficas.

Encontraram para a amostra analisada que hospitais maiores ou localizados em áreas urbanas são mais eficientes, com relação à eficiência total de custos de insumos, do que os hospitais menores ou localizados em áreas rurais na média dos escores de eficiência. Pela ótica da eficiência alocativa obtiveram-se resultados semelhantes.

Já Kirigia, Emrouznejad e Sambo (2000) realizaram um estudo utilizando DEA para mensurar a eficiência técnica de 54 hospitais públicos no Kenya. Identificaram-se os hospitais ineficientes e as magnitudes dessa ineficiência obtida a partir das folgas de insumos.

Estes autores supuseram sete insumos a partir dos quais eram produzidos oito produtos. Os insumos supostos foram: o total de pessoal empregado (médicos, farmacêuticos e dentistas), pessoal empregado em clínicas, enfermeiras, equipe administrativa, técnicos e tecnólogos, outras equipes, medicamentos, suprimento não farmacêutico, manutenção de equipamentos, veículos e edifícios, e distribuição de medicamentos. Quanto aos oito produtos: paciente externo, visita do paciente a clínica especial, visita do paciente ao MCH/FP, visita do paciente para cuidado dental, exames médicos realizados, entrada de paciente na pediatria, entrada de paciente na maternidade e entrada de paciente no departamento de amenidades.

Os escores de eficiência foram estimados tanto com modelo DEA-CCR como DEA-BCC para cada hospital. Desta forma, 39 hospitais operando eficientemente e os remanescentes, 15 hospitais, foram considerados tecnicamente ineficientes. Foram sugeridas medidas corretivas para as

ineficiências aos mentores de políticas para o setor de saúde como: transferência de pessoal, redução nos gastos com medicamentos entre outros.

Grosskopf, Margaritis e Valdmanis (2001) utilizaram a metodologia DEA para avaliar os efeitos do treinamento de médicos sobre a produtividade hospitalar. Avaliaram a eficiência técnica relativa em 213 hospitais de ensino nos EUA partindo do pressuposto de que os hospitais universitários (por oferecerem oportunidades de treinamento de médicos residentes) têm responsabilidades e custos adicionais se comparados com hospitais que não contemplam ensino.

As duas fronteiras foram determinadas para os hospitais de “melhor prática”: Uma considerando que havia congestionamento pela utilização de médicos residentes, e outra não havendo congestionamento de médicos residentes. Para Charnes, Seiford e Zhu (2001) congestionamento ocorre quando reduções em um ou mais insumos podem estar associadas a acréscimos em um ou mais produtos; ou quando acréscimos em um ou mais insumos podem estar associados a decréscimos em um ou mais produtos.

Grosskopf, Margaritis e Valdmanis (2001) supuseram que os produtos dos hospitais de ensino gregos eram: número total de pacientes internos submetidos à cirurgia, número total de pacientes externos submetidos à cirurgia, o número total de pacientes externos atendidos, atendimentos na sala de emergência e o número total de pacientes internos admitidos no hospital. Os insumos foram definidos como sendo: número de médicos empregados por turno total, número de médicos residentes, o número de enfermeiras registradas, o número de enfermeiras licenciadas, o número de pessoal empregado advindo de outros hospitais, e o número de leitos equipados.

Como resultado desse trabalho, obteve-se que os médicos residentes congestionam a produção dos hospitais de ensino, aumentando custos e a sua ineficiência. Um dos motivos é sua inexperiência como profissional o que solicita um número maior de exames, além de empregarem mais residentes por leito.

No Brasil, poucos estudos contemplam a avaliação de desempenho de hospitais através de critérios não-paramétricos. Em sua maioria, os trabalhos utilizam-se mais de indicadores hospitalares como Bittar (1996) que em sua pesquisa cria uma série de indicadores hospitalares como média de permanência, índice de renovação ou giro de rotatividade, índice de funcionários por cama/leito, utilizando análise estatística.

Marinho (2001), utilizou metodologia DEA combinada com regressão estatística para o estudo com uma amostra de 45 hospitais universitários federais brasileiros fornecida pelo Ministério de Educação e Cultura (MEC), em que foi realizada uma análise de dados de séries temporais semestrais para o período do primeiro semestre de 1998 ao primeiro semestre de 2001. Na análise de regressão foram utilizados indicadores semelhantes ao que Bittar (1996) utilizou em seu estudo como taxa de ocupação, prazo médio de permanência (internação), taxa de rotatividade (taxa de ocupação/prazo médio de permanência).

Marinho (2001) sugeriu em seu estudo criar, mecanismos de orientação e de coordenação que possam subsidiar as ações gerenciais e administrativas com o propósito de incentivar uma abordagem mais efetiva, tanto pela ótica econômica como pelo lado da eficiência desses hospitais.

Para essa avaliação, Marinho (2001) supôs como insumos hospitalares a área total construída, número de salas ativadas de ambulatório, emergência e cirúrgicas, recursos financeiros recebidos do SUS, número total de enfermeiros, número total de médicos, número total de leitos e número total de docentes. Como produtos, foram supostos: número total de cirurgias, número total de consultas, número total de internações, número total geral de exames, inverso da média das taxas de infecção hospitalar, inverso do número total geral de óbitos, número total geral de altas e número total de médicos residentes.

Foram detectadas discrepâncias entre o desempenho dos hospitais universitários quanto aos índices de eficiência obtidos, principalmente a nível regional. Marinho (2001) afirma que os hospitais universitários federais são

pouco afetados nos índices de eficiência quando se separa a amostra por tamanho. Entretanto, esta pesquisa avaliou os hospitais universitários de uma forma geral não propiciando, desta forma, que fossem analisados os processos produtivos mais desagregados. Isso faz com que a maior parte deles tenha índice para ser avaliado como eficiente.

Na realidade, desagregando as diversas produções hospitalares podem-se encontrar, por exemplo, hospitais que em cirurgia são eficientes, mas que em atendimento ambulatorial são ineficientes.

Desta forma e para identificar o modelo empírico a ser avaliado de hospital público federal, faz-se necessário levar em conta essa especificidade.

## **4 AVALIANDO OS HOSPITAIS UNIVERSITÁRIOS FEDERAIS BRASILEIROS**

A avaliação do desempenho dos HUs com emprego do DEA requer a transformação do modelo teórico de um hospital universitário em um modelo empírico DEA. Para tal, deve-se primeiro selecionar as variáveis representativas destes hospitais.

### **4.1 Seleção de variáveis:**

Optou-se por analisar os hospitais públicos, entendendo que as informações quanto às operações e à mão-de-obra contratada sejam mais fidedignas. Além disso, a estrutura homogênea favorece este tipo de análise, pois evita que assimetrias no mercado de fatores ou a presença de produtos diferenciados privilegiem certos hospitais em detrimento de outros devido ao poder de mercado.

Quanto à escolha de hospitais universitários, deveu-se a particularidade de apresentarem tanto atividade de ensino como de produção de atendimento, semelhantes aos demais da rede pública brasileira.

Buscando obter um grupo que tivesse características similares, optou-se por avaliar 45 hospitais universitários federais brasileiros baseando-se em informações do Ministério da Educação e Cultura (MEC), para o primeiro semestre de ano de 2001.

Para os recursos de capital, por haver uma estrutura semelhante entre os HUs para uma análise mais consistente, será considerado o insumo de capital conforme o produto mais importante gerado.

Considerou-se que uma internação seja o produto foco para a análise, por este ser o produto que envolve um montante maior de recursos do SUS e um envolvimento maior tanto de equipes diretamente ligadas ao processo produtivo (como médicos, enfermeiras, residentes, etc) como de outras equipes (cozinha, lavanderia, limpeza, etc). Para produto de ensino, utilizar-se-á os alunos residentes por eles terem um envolvimento mais intenso no hospital tanto em horas de trabalho como em gastos com exames de demais despesas relacionadas ao serviço da atividade médica.

Com a seleção destes produtos como foco de um hospital público federal universitário, podem-se agora determinar quais serão os insumos de capital que serão mais intensivamente utilizados pelos profissionais da saúde para geração do produto internação e do produto residentes formados.

Verificando o processo produtivo de internações, elas são geralmente feitas em leitos, comuns ou de UTI. Assim, este será considerado o principal insumo de capital para a geração do produto internação.

Já para o produto residente formado, a maior parte de suas atividades são desenvolvidas nos leitos, dado que os acadêmicos participam mais intensivamente dos ambulatórios. Do ponto de vista de utilizar o princípio da parcimônia para o modelo seleciona-se como insumo de capital o número total de leitos sendo tanto de UTI como comuns.

No caso de insumos de trabalho, para o processo de internação, tanto médico como enfermeiras são utilizados intensivamente no processo de produção deste produto. Ocorre que foi encontrado um nível de correlação de 81,33% de total de enfermeiras contra total de médicos para a amostra de hospitais universitários públicos federais. Isso demonstra que seria desnecessário utilizar duas variáveis para insumos de trabalho já que o total de médicos e o total de enfermeiras estão altamente correlacionados.

Aliado a isso, a escolha prevalecerá sobre o número total de médicos devido a ser a variável de trabalho mais relevante pelo envolvimento que eles têm no processo de formação de residentes.

Com isso, a transformação do modelo teórico de um hospital universitário federal brasileiro em modelo empírico ficaria com a seguinte configuração, dada pela figura 4.1

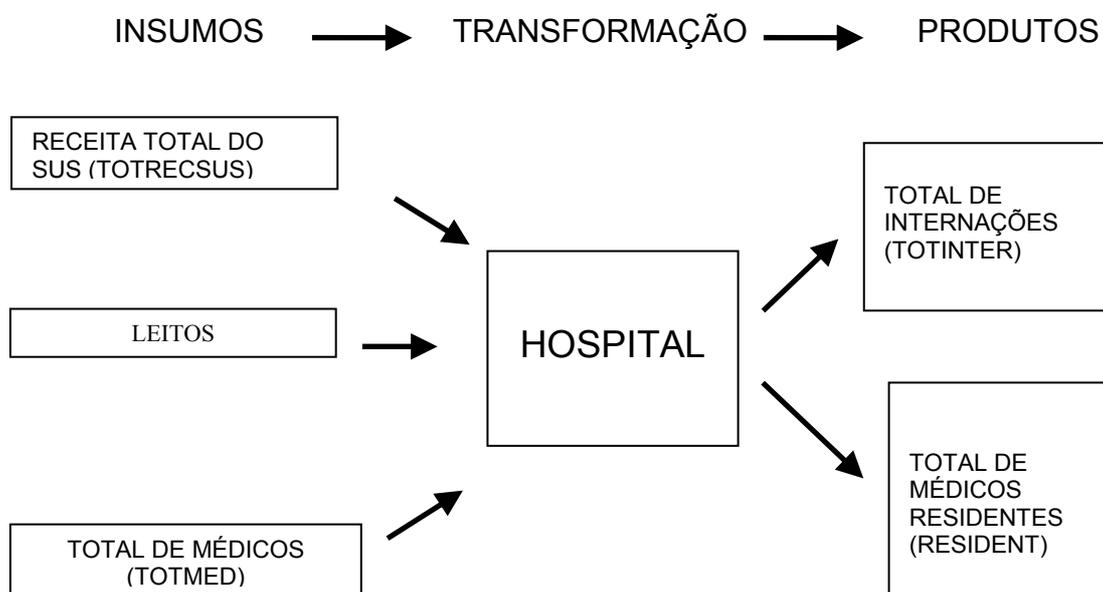


Figura 4.1: Modelo Empírico DEA para Avaliação de um Hospital Universitário Federal Brasileiro

Conforme a figura 4.1, a produção tanto de produtos de atendimento hospitalar como de produtos de ensino está sendo realizada com a utilização de insumos especializados como: receitas enviadas pelo SUS para os hospitais universitários federais, leitos hospitalares, e trabalho dos médicos dentro de um hospital que tanto realizam os procedimentos nos pacientes como ensinam a profissão de médico aos residentes.

#### 4.1.1 O banco de dados:

Pelo banco de dados do MEC, as variáveis selecionadas anteriormente estão todas presentes. Entretanto, existem alguns hospitais que apresentam vetor insumo e produto com quantidades iguais a zero sendo necessário antes de proceder à avaliação dos hospitais acrescentar o valor 1 à todo o banco de dados. Desta forma, as observações que apresentarem insumos ou produtos selecionados iguais a zero serão incluídas na análise.

As estatísticas básicas do banco de dados selecionado para a amostra de hospitais universitários públicos federais brasileiros para o primeiro semestre de 2001 estão descritas na tabela 4.1

Tabela 4.1: Estatísticas básicas dos HUs

	<b>TOTRECSUS(R\$1000,00)</b>	<b>LEITOS</b>	<b>TOTMED</b>	<b>TOTINTER</b>
Média	5.030	179	270	4.372
Desvio padrão	5.633	146	223	4.315
Coeficiente de Variação	112%	81%	83%	99%
Mínimo	100	20	1	1
1º quartil	1.597	55	91	1.271
Mediana	2.518	141	252	2.861
3º quartil	6.415	271	340	6.089
Máximo	26.422	594	1.176	19.663

Observa-se grande variabilidade entre as unidades investigadas, o que justifica-se pela diferença de porte entre os hospitais universitários federais. A amplitude quartil indica que são poucos os hospitais de maior porte, dada a diferença de valores verificada entre o terceiro quartil e o valor máximo.

## 4.2 Aplicando os modelos DEA

Buscando definir qual o melhor dos modelos DEA a ser utilizado para avaliar a amostra de hospitais universitários federais brasileiros para o período em análise, aplicou-se primeiramente um modelo DEA-CCR e posteriormente um DEA-BCC com orientação para produto.

Foi utilizado o software IDEAS 6.0 (Integrated Data Envelopment Analysis System) que é uma ferramenta usada na análise de eficiência em organizações. O software permite a criação de diferentes modelos de análise a partir da metodologia DEA, o uso dos modelos Aditivo, CCR e BCC, o uso de diferentes filtros, como também a imposição de limites aos preços de insumos e produtos.

### 4.2.1 Aplicação do Modelo DEA-CCR:

Submetendo à avaliação, os 45 Hospitais Universitários Federais Brasileiros com as variáveis de insumos obteve-se: total de receita do SUS (TOTSUSRE), total de médicos (TOTMED) e total de leitos (LEITOS). Para produtos foram utilizadas as variáveis: total de internações (TOTINTER) e total de médicos residentes (RESIDENT). Os resultados podem ser vistos no tabela 4.2.

Pode-se observar que na avaliação da eficiência técnica dos hospitais pelo DEA-CCR foram encontrados 10 hospitais operando eficientemente, enquanto 35 estão ineficientes na utilização de insumos para geração de produtos e têm valor para o escore de eficiência técnica maior que um.

Este valor dos decimais corresponde a quanto os hospitais poderiam estar produzindo a mais com os insumos existentes. Para melhor entendimento, por exemplo, o HEMG tem escore igual a 1,05. Quer dizer que, com os insumos existentes, esse hospital poderia estar produzindo 5% a mais de produto. De outra forma, para este hospital tornar-se eficiente terá que produzir 5% a mais de produto com os insumos existentes.

Tabela 4.2: Escores de eficiência técnica obtidos  
por modelo DEA-CCR

Hospital	Escore de Eficiência Técnica	Hospital	Escore de Eficiência Técnica
CPHBA	1,00	HCPR	1,32
HBFSPA	1,00	HCUMG	1,32
HEPRS	1,00	HUJMMT	1,34
HSP	1,00	HGVAM	1,43
HUABRN	1,00	HUESBA	1,43
HUJFRJ	1,00	HUMCRS	1,46
IDTRJ	1,00	HUAL	1,51
IGRJ	1,00	HUWCCE	1,51
MEACCE	1,00	HUSE	1,64
MHFSE	1,00	HUKWPB	1,67
HCMG	1,04	GGRJ	1,72
HEMG	1,05	HUAMES	1,75
HUSM	1,05	HPRN	1,90
MEJCRN	1,09	IMGRJ	1,93
IPRJ	1,12	HUSC	1,99
MERJ	1,14	INDCRJ	2,10
HMAPMS	1,15	HUDF	2,13
HCPA	1,21	HUAPRJ	2,30
HCPE	1,24	HUMA	2,38
CFFRJ	1,26	HUACPB	2,55
HEPRS	1,26	HUOLRN	2,61
MCOBA	1,26	HJBBPA	2,72
HCGO	1,28		

Caso a ineficiência deste hospital seja derivada da alocação de recursos, poderá ser corrigida via rearranjo dos insumos produtivos, tendo por base a tecnologia produtiva dos hospitais eficientes. A expansão equiproporcional dos produtos levará este hospital às quantidades ótimas de produto.

No tabela 4.3 apresentam-se os percentuais de expansão máxima de produto para cada hospital. Observa-se que os hospitais que estão operando eficientemente têm como valor sugerido para expansão zero por cento, dado de que já estão operando em uma quantidade ótima de produtos.

Utilizando, por exemplo, o CPHBA, observa-se que na tabela 4.2, ele apresentava um escore igual a 1 que o torna eficiente.

Tabela 4.3: Percentual de expansão  
máxima nos produtos

Hospital	% de redução ou contração de insumos	Hospital	% de redução ou contração de insumos
CPHBA	0%	HCGO	28%
MEACCE	0%	HCUMG	32%
HBFSPA	0%	HCPR	32%
HEPRS	0%	HUJMMT	34%
IGRJ	0%	HGVAM	43%
IDTRJ	0%	HUESBA	43%
HUABRN	0%	HUMCRS	46%
MHFSE	0%	HUWCCE	51%
HUJFRJ	0%	HUAL	51%
HSP	0%	HUKWPB	67%
HCMG	4%	HUAMES	72%
HEMG	5%	GGRJ	72%
HUSM	5%	HPRN	90%
MEJCRN	9%	IMGRJ	93%
IPRJ	12%	HUSC	99%
MERJ	14%	INDCRJ	110%
HMAPMS	15%	HUFD	113%
HCPA	21%	HUAPRJ	130%
HCPE	24%	HUMA	138%
MCOBA	26%	HUACPB	155%
HEPRS	26%	HUOLRN	161%
CFFRJ	26%	HUSE	164%
		HJBBPA	172%

Os valores a serem atingidos pelos hospitais eficientes já estão na fronteira de melhor prática ou fronteira de eficiência e o valor observado é igual ao projetado. Para os hospitais que operam ineficientemente, os valores projetados são os valores que devem ser produzidos por estes hospitais para que sejam incluídos na fronteira da melhor prática. A diferença é quanto de produto à mais deve ser alcançado para eliminar a ineficiência.

Os valores projetados ou valores ótimos para os hospitais foram obtidos através dos pesos ou dos multiplicadores que a metodologia DEA produz para cada hospital individualmente através da otimização via programação linear.

Tabela 4.4: Valores das quantidades de produtos observados e projetados

HOSPITAL	OBSERVADO	PROJETADO	DIFERENÇA	OBSERVADO	PROJETADO	DIFERENÇA
CPHBA	868,0	868,0	-	36,0	36,0	-
GGRJ	1721,0	2964,8	1243,8	46,0	79,3	33,3
HBFSPA	1,0	1,0	-	1,0	1,0	-
HCGO	6199,0	7905,4	1706,4	116,0	147,9	31,9
HCMG	8894,0	9253,9	359,9	243,0	252,8	9,8
HCPA	11782,0	14309,0	2527,0	301,0	365,6	64,6
HCPE	6089,0	7572,7	1483,7	176,0	218,9	42,9
HCPR	1093-	14403,3	3473,3	224,0	295,2	71,2
HCUMG	12654,0	16695,3	4041,3	118,0	155,7	37,7
HEFARJ	1,0	1,0	-	1,0	1,0	-
HEMG	11334,0	11903,9	569,9	133,0	139,7	6,7
HEPRS	2157,0	2718,8	561,8	67,0	84,5	17,5
HGVAM	2861,0	4104,5	1243,5	79,0	113,3	34,3
HJBBPA	290-	7874,1	4974,1	33,0	89,6	56,6
HMAPMS	4541,0	5224,0	683,0	71,0	81,7	10,7
HPRN	263,0	500,7	237,7	13,0	24,8	11,8
HSP	19663,0	19663,0	-	43-	43-	-
HUABRN	1254,0	1254,0	-	2,0	2,0	-
HUACPB	2787,0	7103,1	4316,1	19,0	59,8	40,8
HUAL	522-	7885,8	2665,8	36,0	54,4	18,4
HUAMES	4399,0	7685,4	3286,4	69,0	120,6	51,6
HUAPRJ	2281,0	5243,8	2962,8	69,0	158,6	89,6
HUDF	5195,0	11064,3	5869,3	74,0	157,6	83,6
HUESBA	3642,0	5197,8	1555,8	135,0	192,7	57,7
HUJFRJ	1553,0	1553,0	-	82,0	82,0	-
HUJMMT	1762,0	2362,1	600,1	33,0	44,2	11,2
HUKWPB	3631,0	6065,2	2434,2	73,0	121,9	48,9
HUMA	867-	20620,3	11950,3	59,0	140,3	81,3
HUMCRS	2844,0	4147,5	1303,5	37,0	54,0	17,0
HUOLRN	1498,0	3903,2	2405,2	4-	104,2	64,2
HUSC	5032,0	10006,1	4974,1	54,0	107,4	53,4
HUSE	724,0	1188,5	464,5	17,0	27,9	10,9
HUSM	6193,0	6488,1	295,1	84,0	88,0	4,0
HUWCCE	2996,0	4517,5	1521,5	83,0	125,2	42,2
IDTRJ	1,0	1,0	-	14,0	14,0	-
IGRJ	448,0	448,0	-	25,0	25,0	-
IMGRJ	1191,0	2293,8	1102,8	35,0	67,4	32,4
INDCRJ	257,0	831,7	574,7	1-	21,0	11,0
IPRJ	1271,0	1422,7	151,7	26,0	29,1	3,1
MCOBA	230-	2888,3	588,3	5,0	17,2	12,2
MEACCE	12201,0	12201,0	-	3-	3-	-
MEJCRN	448-	4878,6	398,6	15,0	24,2	9,2
MERJ	992,0	1129,8	137,8	39,0	44,4	5,4
MHFSE	1844,0	1844,0	-	15,0	15,0	-

Tabela 4.5: Escores de eficiência por porte de hospital - DEA-CCR

Hospitais Pequenos e Médios	Escore de Eficiência Técnica	Hospitais Grandes	Escore de Eficiência Técnica	Hospital Extra-Porte ou Especiais	Escore de Eficiência Técnica
CPHBA	1,00	MEACCE	1,00	HSP	1,00
HBFSPA	1,00	HCMG	1,04	HCPA	1,21
HEFARJ	1,00	HEMG	1,05	CFFRJ	1,26
IGRJ	1,00	HUSM	1,05	HCPR	1,32
IDTRJ	1,00	IPRJ	1,12	HUMA	2,38
HUABRN	1,00	HMAPMS	1,15		
MHFSE	1,00	HCPE	1,24		
HUJFRJ	1,00	HEPRS	1,26		
MEJCRN	1,09	HCGO	1,28		
MERJ	1,14	HCUMG	1,32		
MCOBA	1,26	HGVAM	1,43		
HUJMMT	1,34	HUESBA	1,43		
HUSE	1,64	HUMCRS	1,46		
HPRN	1,90	HUWCCE	1,51		
IMGRJ	1,93	HUAL	1,51		
INDCRJ	2,10	HUKWPB	1,67		
		GGRJ	1,72		
		HUAMES	1,75		
		HUSC	1,99		
		HUDF	2,13		
		HUAPRJ	2,30		
		HUACPB	2,55		
		HUOLRN	2,61		
		HJBBPA	2,72		

Utilizando-se as subamostras obtidas pela repartição da amostra de hospitais universitários federais brasileiros têm-se diferentes comportamentos dados na tabela 4.5. Para a subamostra composta de hospitais de pequeno e médio porte encontraram-se 50% dos hospitais operando eficientemente. Para subamostra de hospitais de grande porte, apenas um hospital foi considerado eficiente; e para os hospitais extra-porte também apenas um foi considerado eficiente.

Parece que com os resultados nada se pode afirmar sobre uma correlação entre eficiência e porte. Diante destas evidências faz-se necessário analisar como seria o comportamento destes hospitais com a utilização do modelo DEA com retornos variáveis de escala, DEA-BCC.

#### 4.2.2 Aplicação do Modelo DEA-BCC

Utilizou-se um modelo que pode apresentar retornos variáveis de escala. Baseando-se pela comparação da aplicação de um modelo com retornos constantes de escala pode-se definir qual será o modelo mais adequado para avaliação de hospitais universitários federais brasileiros.

Para isso foram selecionados os mesmos insumos e os mesmos produtos utilizados na avaliação da eficiência técnica com retornos constantes de escala.

Analisando com a mesma amostra e para o mesmo período considerado, os escores de eficiência obtidos via utilização do modelo com retornos variáveis de escala estão representados na tabela 4.6:

Tabela 4.6 Escores de eficiência técnica obtidos - DEA-BCC

Hospital	Escore de Eficiência Técnica	Hospital	Escore de Eficiência Técnica
HEMG	1,00	HCMG	1,00
HCPA	1,00	HEPRS	1,00
CPHBA	1,00	IGRJ	1,00
MEACCE	1,00	INDCRJ	1,00
HBFSPA	1,00	IDTRJ	1,00
HMAPMS	1,11	IPRJ	1,00
HCUMG	1,12	HUABRN	1,00
HUESBA	1,16	MHFSE	1,00
HCGO	1,24	HUSM	1,00
HUJMMT	1,24	HUJFRJ	1,00
MCOBA	1,25	HSP	1,00
HGVAM	1,43	MEJCRN	1,07
HUWCCE	1,43	HCPE	1,10
HUMCRS	1,44	CFFRJ	1,14
HUAL	1,44	MERJ	1,14
HUAMES	1,64	HCPR	1,14
HUKWPB	1,64	HEPRS	1,25
HUMA	1,68	HUSE	1,63
HUSC	1,87	GGRJ	1,71
HUAPRJ	2,11	HPRN	1,88
HUACPB	2,35	IMGRJ	1,92
HJBBPA	2,69	HUDF	1,92
		HUOLRN	2,59

Através de uma análise comparativa entre os escores obtidos com o DEA-CCR em relação aos escores obtidos com o DEA-BCC, pode-se verificar que houve melhora nos escores de eficiência para praticamente todos os hospitais. O que leva a acreditar que o modelo que representa a tecnologia produtiva de forma mais adequada seja o modelo DEA-BCC.

Para melhor visualização das diferenças, na tabela 4.7 estão representados os escores obtidos via modelo DEA-CCR e via modelo DEA-BCC.

Tabela 4.7: Escores de eficiência obtidos nos modelos DEA-CCR e DEA-BCC

HOSPITAL	DEA-CCR	DEA-BCC	HOSPITAL	DEA-CCR	DEA-BCC
CFFRJ	1,26	1,14	HUFD	2,13	1,92
CPHBA	1,00	1,00	HUESBA	1,43	1,16
GGRJ	1,72	1,71	HUJFRJ	1,00	1,00
HBFSPA	1,00	1,00	HUJMMT	1,34	1,24
HCGO	1,28	1,24	HUKWPB	1,67	1,64
HCMG	1,04	1,00	HUMA	2,38	1,68
HCPA	1,21	1,00	HUMCRS	1,46	1,44
HCPE	1,24	1,10	HUOLRN	2,61	2,59
HCPR	1,32	1,14	HUSC	1,99	1,87
HCUMG	1,32	1,12	HUSE	1,64	1,63
HEFARJ	1,00	1,00	HUSM	1,05	1,00
HEMG	1,05	1,00	HUWCCE	1,51	1,43
HEPRS	1,26	1,25	IDTRJ	1,00	1,00
HGVAM	1,43	1,43	IGRJ	1,00	1,00
HJBBPA	2,72	2,69	IMGRJ	1,93	1,92
HMAPMS	1,15	1,11	INDCRJ	2,10	1,00
HPRN	1,90	1,88	IPRJ	1,12	1,00
HSP	1,00	1,00	MCOBA	1,26	1,25
HUABRN	1,00	1,00	MEACCE	1,00	1,00
HUACPB	2,55	2,35	MEJCRN	1,09	1,07
HUAL	1,51	1,44	MERJ	1,14	1,14
HUAMES	1,75	1,64	MHFSE	1,00	1,00
HUAPRJ	2,30	2,11			

Observa-se que para 33 hospitais houve melhora de, aproximadamente, 73% dos escores, sendo que, desse montante, 3 hospitais tornaram-se eficientes.

Analisando a eficiência por porte hospitalar com o modelo DEA-BCC para as subamostras anteriormente utilizadas para análise por porte com o modelo DEA-CCR, obtiveram-se os seguintes resultados, dados na tabela 4.8:

Tabela 4.8: Escores de eficiência por porte de hospital  
pelo modelo DEA-BCC

Hospitais Pequenos e Médios	Escore de Eficiência Técnica	Hospitais Grandes	Escore de Eficiência Técnica	Hospital Extra-Porte ou Especiais	Escore de Eficiência Técnica
CPHBA	1,00	HEMG	1,00	HCPA	1,00
HBFSPA	1,00	MEACCE	1,00	HSP	1,00
HEFARJ	1,00	HCMG	1,00	CFFRJ	1,14
IGRJ	1,00	IPRJ	1,00	H CPR	1,14
INDCRJ	1,00	HUSM	1,00	HUMA	1,68
IDTRJ	1,00	HCPE	1,10		
HUABRN	1,00	HMAPMS	1,11		
MHFSE	1,00	HCUMG	1,12		
HUJFRJ	1,00	HUESBA	1,16		
MEJCRN	1,07	HCGO	1,24		
MERJ	1,14	HEPRS	1,25		
HUJMMT	1,24	HGVAM	1,43		
MCOBA	1,25	HUWCCE	1,43		
HUSE	1,63	HUMCRS	1,44		
HPRN	1,88	HUAL	1,44		
IMGRJ	1,92	HUAMES	1,64		
		HUKWPB	1,64		
		GGRJ	1,71		
		HUSC	1,87		
		HU DF	1,92		
		HUAPRJ	2,11		
		HUACPB	2,35		
		HUOLRN	2,59		
		HJBBPA	2,69		

Observa-se que houve uma melhora na eficiência, comparativamente a DEA-CCR, utilizando o modelo DEA-BCC para os hospitais de pequeno e médio porte, apresentando agora 9 hospitais eficientes, aproximadamente 56% da subamostra, enquanto que com o modelo DEA-CCR havia 8 hospitais operando eficientemente, ou seja, 50%. Isso pode ser mais bem visualizado pela tabela 4.9

Tabela 4.9: Percentual de eficiência por porte hospitalar

nos modelos DEA-CCR e BCC

<b>PORTE HOSPITALAR</b>	<b>MODELO DEA-CCR</b>	<b>MODELO DEA-BCC</b>
PEQUENOS/MÉDIOS	50	56
GRANDES	4	21
EXTRA-GRANDE	20	40

No caso da subamostra de hospitais de extraporte ou especiais, com o modelo DEA-BCC houveram 2 hospitais, 40% operando eficientemente comparativamente apresentou melhoria da eficiência em relação ao modelo DEA-CCR onde somente um hospital 20% operava eficientemente.

Os termos de melhoria de escores de eficiência pode-se verificar com a tabela 4.10

Tabela 4.10: Percentual de melhoria nos escores de eficiência

nos modelos DEA-CCR e BCC

	<b>MODELO DEA-CCR</b>	<b>MODELO DEA-BCC</b>
Eficientes	22	36
Ineficientes	78	64

A melhoria foi significativa, com redução dos 78% de ineficientes no DEA-CCR para 64% no DEA-BCC, reafirmando que a melhor forma de avaliar hospitais seja pelo modelo DEA-BCC e rejeitando a hipótese de que a tecnologia produtiva hospitalar tenha retornos constantes de escala.

O teste de qui-quadrado para comparação das proporções de eficientes nos dois modelos aplicados resultou igual a 4,759 ( $p=0,0291$ ), indicando maior número de eficientes no modelo DEA-BCC.

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo buscou *A Eficiência Técnica de Hospitais Universitários Federais Brasileiros no primeiro semestre de 2001*, e para isso, partir dos seguintes pontos:

- a) Elaboração de modelo teórico para um Hospital Universitário Federal Brasileiro a partir dos fluxos básicos necessários para a produção tanto de produtos de atendimento, como de ensino;
- b) Elaboração de modelo empírico a ser avaliado, definindo as variáveis a serem consideradas mais representativas na ótica da produção de um Hospital Universitário Federal Brasileiro.
- c) Construção do banco de dados através de informações fornecidas pelo MEC que ofereceu subsídios para que fosse possível proceder à avaliação destes hospitais.

Analisando os escores gerados através da utilização de modelos DEA, comparativamente entre modelo DEA-CCR e DEA-BCC, verificou-se que o modelo que mais representa a tecnologia dos Hospitais Universitários Federais Brasileiros foi o modelo DEA-BCC. Esse modelo apresentou, para a amostra analisada de 45 hospitais, 16 hospitais operando eficientemente e 29 com ineficiências relativas de produtos.

Além disso, buscou-se verificar se a eficiência estava relacionada com o porte dos hospitais, pois, geralmente, se associa a eficiência ao porte, sem considerar uma análise da tecnologia que está sendo utilizada. Foi verificado que não havia evidência de correlação entre porte e eficiência, rejeitando esta hipótese para os hospitais.

O modelo proposto para o desenvolvimento da pesquisa permitiu que fosse satisfatoriamente analisada a eficiência técnica desses hospitais para o período de 2001, atingindo o objetivo principal da pesquisa.

Para fins de orientação de gestores de organizações hospitalares específicas, os mecanismos descritos de avaliações comparativas sob a ótica da eficiência técnica sugere que as ineficiências apontadas venham a ser apreciadas e revisadas por gestores, podendo ser incorporadas a desdobramentos posteriores da análise empreendida.

Necessário ainda que sejam incorporados os conhecimentos descritos neste trabalho, tanto para a economia aplicada como para os referenciais sobre avaliação da eficiência, não somente para melhor utilização dos recursos da saúde, mas também proporcionando, em longo prazo, para as futuras instalações de plantas de novos hospitais, um referencial com relação à quantificação das proporções ótimas de insumos utilizando com eficiência os recursos destinados ao setor.

Entretanto, foram encontradas algumas limitações da metodologia utilizada como também do banco de dados. Para a metodologia, a principal dificuldade é a de que os modelos DEA têm a particularidade de ser avaliações de cenários congelados, isto é, a avaliação apresenta apenas aspectos estáticos e não avalia, por exemplo, o progresso tecnológico ou aumento na produtividade dos insumos de trabalho envolvidos. Outra dificuldade é a de que necessita de um banco de dados que não tenha valores para insumo e para produto iguais a zero.

Para este estudo, foi utilizada a estratégia de adicionar uma unidade a todo o banco de dados, mas estudos futuros devem eliminar as unidades com valores de insumo e produto iguais a zero.

Quanto ao banco de dados, a principal dificuldade foi o fato de que não seriam fornecidas pelo MEC informações referentes à quantidade de alunos formados por instituição de ensino superior. Uma proxy para a ausência desta

variável foi o número de residentes, que também é um produto da atividade de ensino desenvolvida nos HUs.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHANASSOPOULOS, A.; GOUNARIS, C. Assessing the technical and allocative efficiency in Greece and its resource allocation implications. **European Journal of Operational Research**, v.133, p.416-431, 2001.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical e scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Manegement Science**. v.9, n.30, p.126-135, 1984.

BELLONI, J.A. **Uma Metodologia de Avaliação da Eficiência Produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2000.

BEULKE, R. **Gestão de custos e resultado na saúde: hospitais, clínicas, laboratórios e congêneres**. São Paulo: Saraiva, 1997.

BITTAR, O.J.N.V. Produtividade em hospitais de acordo com alguns indicadores hospitalares. **Revista de Saúde Pública**, v.1, n.30, p.53-60, 1996.

CALVO, M. C. M. **Hospitais públicos e privados no Sistema Único de Saúde do Brasil: O mito da eficiência privada no estado de Mato Grosso em 1998**. 2002, 223p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

CHANG, H. Determinants of hospital efficiency: the case of central government-owned hospitals in Taiwan. **International Journal Management Science**, v.26, n.2, p.307-317, 1998.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; LEWIN, A.Y.; SEIFORD, L. **Data Envelopment Analysis: theory, methodology and applications**. USA, Kluwer Academic Publishers, 1994.

CHARNER, A.; COOPER, W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v.4, n.3, p.429-444, 1978.

\_\_\_\_\_. Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopement analysis to program follow through. **Management Science**. v27, n.6, p.668-697, 1981.

CHARNES, A.; SEIFORD, L.; ZHU, J. Slacks and congestion: response to a comment by R. Färe and S. Grosskopf. **Socio-Economic Planning Sciences**. v.35, p.205-215, 2001.

CONSELHO Nacional de Secretários de Saúde. **Estabilização e políticas sociais** - construindo um sistema com base epidemiológica- acreditação de serviços de saúde- MERCOSUL: experiência de estruturação de sistemas e redes de serviços de saúde. Relatório Final. Brasília: 1997.

COOPER, A.; SEIFORD, L.; TONE, K. **Data Envelopment Analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software**. USA: Kluwer Academic Publishers, 2000.

FARRELL, M.J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**, v.120(part III), p.253-278, 1957.

GONÇALVES, E.L. **Administração de recursos humanos nas instituições da saúde**. São Paulo: Pioneira, 1987.

GROSSKOPF, S.; MARGARITIS, D.; VALDMANIS, V. The effects of teaching on hospital productivity. **Socio-Economic Planning Sciences**. v. 35, p.189-204, 2001.

HANSEN, P.B. **Indicadores de desempenho e gerenciamento de processos**. Porto Alegre: UFRGS, 1993.

HENDERSON, J.M.; QUANT, R.E. **Teoria microeconômica: uma abordagem matemática**. 2ªed. São Paulo: Pioneira, 1988.

IDEAS 6, for Windows 95, version 6.1.7 standard: **Consulting Inc.**, 1995-1997. Software.1CD-ROM.

KOLTERMANN, C. **A importância do serviço ao cliente nos hospitais segundo a percepção de seus dirigentes**. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração. Porto Alegre: UFSC, 1984.

KIRIGIA, J.M.; EMROUZNEJAD, A.; SAMBO, L.G. Measurement of technical efficiency of public hospitals in Kenya: using data envelopment analysis approach. **Warwick Business School**. n.340, dec/2000.

MADDALA, G. **Introduction to Econometrics**. New York: MacMillan.

MARINHO, A. Hospitais universitários: indicadores de utilização e análise de eficiência. **Texto de discussão do IPEA**. nº833. Rio de Janeiro: IPEA, 2001.

MEC. Ministério de Educação e Cultura. **Sistema de Informações dos Hospitais Universitários Federais**. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>. Acesso em: 09 mai. 2002.

MENEZES, E.M.; SILVA, E.L.da. **Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª ed. rev. e atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

MIRSHAWKA, V. **Hospital: fui bem atendido, a vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books, 1994.

MOITA, M.H. **Qualidade de vida no trabalho**: um estudo de caso no setor. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

VARIAN, H.R. **Microeconomics Analysis**. 3ª ed. New York: Norton & Company.

## APÊNDICE

### BANCO DE DADOS ORIGINAL

	TOTREC	LEITOS	TOTMED	TOTINTER	RESIDENT
CFFRJ	2.658.086	275	309	3.631	73
CPHBA	26.421.568	334	728	11.782	301
GGRJ	574.273	51	56	1.844	15
HBFSPA	406.415	24	54	1.254	2
HCGO	4.142.660	78	157	2.157	67
HCMG	6.415.258	172	340	3.642	135
HCPA	423.851	30	1	1	1
HCPE	5.848.508	365	297	2.281	69
HCPR	4.670.322	160	258	12.201	30
HCUMG	5.108.558	99	340	4.541	71
HEFARJ	2.518.043	48	119	1.762	33
HEMG	18.265.796	464	566	9.225	223
HEPRS	6.955.754	238	403	5.195	74
HGVAM	470.133	45	91	868	36
HJBBPA	2.204.643	214	220	2.787	19
HMAPMS	491.968	33	51	263	13
HPRN	494.239	23	51	448	25
HSP	1.597.491	70	77	992	39
HUABRN	8.330.226	117	316	6.193	84
HUACPB	4.684.681	271	298	4.399	69
HUAL	2.465.846	182	252	2.861	79
HUAMES	318.955	20	1	1	1
HUAPRJ	8.642.941	282	392	11.334	133
HUDF	1.820.400	103	136	1.191	35
HUESBA	15.613.532	383	488	8.894	243
HUJFRJ	1.707.850	96	125	4.480	15
HUJMMT	5.116.710	594	1.176	19.663	430
HUKWPB	2.482.761	199	270	5.220	36
HUMA	9.639.457	277	330	6.199	116
HUMCRS	2.075.015	81	292	1.721	46
HUOLRN	100.001	54	36	1	14
HUSC	2.655.677	183	298	2.900	33
HUSE	968.109	65	81	2.300	5
HUSM	1.939.728	30	208	1.271	26
HUWCCE	16.756.865	393	636	10.930	224
IDTRJ	5.444.244	253	320	5.032	54
IGRJ	12.337.393	431	549	8.670	59
IMGRJ	2.346.235	55	133	1.553	82
INDCRJ	1.818.864	141	248	1.498	40
IPRJ	1.153.361	60	57	724	17
MCOBA	8.076.592	259	416	6.089	176
MEACCE	12.678.257	459	497	12.654	118
MEJCRN	4.906.296	248	241	2.996	83
MERJ	2.356.575	77	156	2.844	37
MHFSE	236.526	36	74	257	10

FONTE: Ministério da Educação