

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA**  
**EM NEGÓCIOS**

**DISSERTAÇÃO**

**Análise da eficiência utilizando a metodologia DEA em  
organização militar de saúde: o caso da Odontoclínica Central do  
Exército.**

**Marlone Wilson Souza**

**2006**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA EM  
NEGÓCIOS**

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA UTILIZANDO A METODOLOGIA DEA  
EM ORGANIZAÇÃO MILITAR DE SAÚDE: O CASO DA  
ODONTOCLÍNICA CENTRAL DO EXÉRCITO.**

**MARLONE WILSON SOUZA**

*Sob a orientação do Professor  
**Rovigati Danilo Alyrio***

Dissertação submetida como requisito parcial  
para obtenção do grau de **Mestre em Gestão  
e Estratégia em Negócios**, Linha de  
Pesquisa em Estratégia Empresarial

Seropédica, RJ  
Setembro de 2006

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E ESTRATÉGIA EM NEGÓCIOS**

**MARLONE WILSON SOUZA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Curso de Pós-Graduação em Gestão e Estratégia em Negócios, área de concentração em Estratégia Empresarial.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 06 / 09 / 2006

---

Rovigati Danilo Alyrio - Dr. - UFRRJ  
(Orientador)

---

Marcelo Álvaro da Silva Macedo - Dr. - UFRRJ

---

José Ricardo Maia de Siqueira - Dr. - UFRJ

## DEDICATÓRIA

A minha inesquecível avó, Isabel Rosa Cabral (*in memoriam*).

Aos meus honrados pais, Giovani Souza (*in memoriam*) e Marlyny Rosa Souza.

A minha esposa, Dalma R. F. C. Souza.

Aos meus eternos filhos, Ana Marlyny, Raquel, Rebeca e Marcelo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Ilustre Coronel Dentista do Exército Brasileiro Claudino de Souza Parteira – Diretor da Odontoclínica do Exército Brasileiro, por ter permitido o acesso aos dados primários, objeto do referido trabalho;

Aos professores Rovigati Danilo Alyrio, Marcelo Álvaro da Silva Macedo e José Ricardo Maia de Siqueira, integrantes da banca a qual foi submetida a presente dissertação;

Ao professor Marcelo Álvaro da Silva Macedo por ter conduzido a revisão do texto do referido trabalho e proporcionado ensinamentos relevantes, contribuindo para a consecução do trabalho de pesquisa;

À Sra Dalma R. F. Campos Souza, administradora de empresas que participou na revisão da literatura considerada na pesquisa;

Ao Sr George de Araújo Soares por colaborar sobremaneira na estruturação formal do trabalho.

## *SUMÁRIO*

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
1.1 Formulação do problema	2
1.2 Objetivo	2
1.2.1 Objetivo geral.	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Justificativa e Relevância	2
1.4 Limitações.	2
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>	3
2.1 Avaliação de desempenho	3
2.2. Análise envoltória de dados	8
2.3. Seleção de pesquisas com abordagens de aplicação de DEA	15
<b>3. METODOLOGIA</b>	23
<b>4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS</b>	25
<b>5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	34
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	35

## RESUMO

SOUZA, Marlone Wilson. **Estudo sobre a aplicação da análise da eficiência relativa utilizando a metodologia DEA em organização militar de saúde: o caso da Odontoclínica Central do Exército.** Seropédica: UFRRJ, 2006. p. (Dissertação, mestrado em Gestão e Estratégia em Negócios).

Esta pesquisa abordou conceitos advindos de estudos sobre análise de desempenho, considerando especificamente a análise da eficiência relativa, através da utilização do modelo denominado DEA (*Data Envelopment Analysis*), introduzido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) baseados nos primeiros estudos de Farrel (1957). A aplicação da técnica foi realizada em organização militar de saúde, a Odontoclínica Central do Exército, a fim de propor e descrever uma metodologia capaz de prover a avaliação da eficiência relativa das clínicas que integram a organização, identificando as suas unidades eficientes e/ou ineficientes. Foram utilizados os dados obtidos junto à administração da Odontoclínica Central do Exército no exercício de 2005. O modelo concebido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), conhecido na literatura por CCR, foi escolhido e adotou-se a orientação *input*, já que se tomou por base a manutenção dos *outputs* buscando-se a eficiência através da minimização dos insumos. Para rodar a modelagem DEA foi selecionado o programa SIAD (sistema integrado de apoio à decisão), carregando como insumos os materiais diretos e os custos indiretos relevantes e considerando como produtos a receita faturada e os pacientes atendidos em 11(onze) DMU (clínicas). Foram criados dois modelos distintos, inicialmente contrapondo-se esses insumos e a receita (componente de natureza financeira) e posteriormente os mesmos insumos com pacientes atendidos (componente de natureza não financeira), descrevendo-se as DMU eficientes e ineficientes em cada caso, bem como a magnitude comparativa em cada situação. Concluiu-se que é possível avaliar a eficiência relativa das DMU em organização dessa natureza, demonstrando assim, como é factível o emprego da ferramenta DEA para proporcionar subsídios no processo decisório, abrindo um campo para outras pesquisas em organizações militares que lidam com a atividade bélica e com o emprego operacional da força terrestre.

**Palavras chave:** DEA, análise da eficiência relativa, organização militar de saúde.

## ABSTRACT

Souza, Marlone Wilson. **Study on the application of relative efficiency analysis using DEA methodology for Military health organizations: the case of the Central Army Orthodontic Clinic.** Seropedica 2006 (Dissertation for Masters in Business Strategy and Management.)

This study addresses themes arising from studies on performance analysis, specifically considering the analysis of relative efficiency, through the use of the model known as DEA (Data Envelopment Analysis), as introduced by Charnes, Cooper and Rhodes (1978) and based on the first studies of Farrel (1957). The technique was applied to a military health organization, the Central Army Orthodontic Clinic, aiming to propose and describe a methodology which would be capable of evaluating the relative efficiency of the clinics which make up the organization, identifying its efficient and inefficient units. The data used was obtained from the administration department of the Central Army Orthodontic clinic throughout 2005. The model conceived by Charnes, Cooper and Rhodes (1978) is known as CCR and input was adopted for orientation, as the maintenance of output was used as a base searching for efficiency through the minimization of economic supplies. To put the DEA model into action, the SIAD (Integrated System of support for decision-making) programme was used, using as economic supplies the direct materials and the relevant indirect costs, considering income generated and patients treated as the product in 11 DMU (clinics). Two distinct models were created, initially comparing the economic supplies and the income (representing the financial component) and finally the same economic supplies with patients treated (representing a non-financial component), describing in each case the efficient and inefficient DMU, as well as the degree of comparison of each case. It was concluded that it is possible to evaluate the relative efficiency of DMU in an organization of this nature, and that it is feasible to use DEA as a tool to calculate the proportion of subsidies in the decision making process, also opening up the possibility for other studies in military organizations which deal with war related activities and the operational use of the armed forces.

**Key Words: DEA, analysis of relative efficiency, military health organization.**



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Formulação do Problema

Considerando os elementos que integram o cenário atual do desenvolvimento empresarial, pode-se destacar o setor odontomédico hospitalar, que após os anos 80, vem sofrendo alterações contundentes por conta da tecnologia extremamente avançada, concorrendo para que a excelência médica se confunda com a excelência de gestão.

A necessidade de se obter ganho de produtividade passou a ser um diferencial que garantiria o cliente, buscando custos baixos e preços competitivos. Para isso é de fundamental importância o emprego de ferramentas que tornem possível a medição da produtividade de forma confiável e precisa.

Apesar de haver um número considerável de informações sobre avaliação de produtividade na literatura atual, os métodos procuram definir ou estimar uma fronteira relativa que conduza à maximização da produção, empregando o mínimo de insumos.

Um determinado método clássico busca esse objetivo através da programação linear, trabalhando com técnicas de DEA (*Data Envelopment Analysis*) introduzidas por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984), baseados nos primeiros estudos de Farrel (1957).

A Análise Envoltória de Dados se revela como um dos mais adequados instrumentos de avaliação de eficiência, principalmente quando se requer um embasamento concreto dirigido a processos decisórios. A DEA examina a possibilidade de diferentes, porém igualmente eficientes, combinações de *inputs* e *outputs*, localizando a fronteira eficiente dentro de um grupo analisado e as unidades incluídas, bem como determina para cada unidade ineficiente, subgrupos de unidades eficientes, os quais formam seu conjunto de referência.

Uma premissa considerada é que as empresas de um mesmo setor apresentem atividades semelhantes, com padrões que possam ser aplicados a todas elas. Através da combinação ideal de insumos, empregando técnicas de gestão, a empresa poderá produzir com maior eficiência e se constituir como referência entre as demais.

Sendo assim, a análise envoltória de dados apresenta-se como uma ferramenta para definir estratégias destinadas ao *Benchmarking*, a fim de transformar empresas ineficientes em eficientes.

Utilizando essa metodologia, esse trabalho pretende descobrir se é possível avaliar o desempenho de um complexo odontológico, considerando variáveis de natureza financeiras e não financeiras, a fim de identificar unidades eficientes e ineficientes, bem como a magnitude dessas eficiências ou ineficiências.

Segundo Machado et al (2003) o uso de medidas não financeiras e financeiras, auxiliando os administradores a focarem suas ações em perspectivas de longo e curto prazos, é adequado para avaliar e orientar a trajetória da empresa em um ambiente competitivo. Os indicadores financeiros como medidas de ocorrência, descrevem parcialmente, mas não totalmente a história das ações passadas. Isoladamente não são capazes de fornecer orientações adequadas para as ações que devem ser realizadas hoje e amanhã, a fim de criar valor financeiro futuro, porém, estas não devem ser esquecidas quando da avaliação de resultados e desempenhos, pois são provas concretas dos efeitos de todas as outras medidas.

## **1.2 Objetivo**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Realizar um estudo sobre a aplicação da análise da eficiência relativa em Organização Militar do Exército utilizando a metodologia DEA.

Sobretudo, o presente trabalho de pesquisa tem por propósito essencial analisar a eficiência relativa entre as clínicas que integram a Odontoclínica Central do Exército Brasileiro (OCEx), que se trata de uma Organização Militar de Saúde destinada ao atendimento de militares ativos e inativos, dependentes, pensionistas e funcionários do Exército Brasileiro, perfazendo um público alvo com cerca de 250.000 usuários.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Desta forma este trabalho de pesquisa tem por objetivos específicos propor e descrever uma metodologia para a avaliação da eficiência relativa das clínicas, demonstrar a viabilidade dessa metodologia, bem como, identificar as unidades eficientes e/ou ineficientes presentes na Odontoclínica Central do Exército.

## **1.3 Justificativa e Relevância**

As questões que discutem sobre temas ligados à avaliação de desempenho são atualmente de grande interesse da administração, já que há um universo extenso de pesquisas em torno desse assunto que congrega não só os interesses dos acionistas e proprietários, mas também desperta o interesse dos clientes, consumidores, fornecedores ou qualquer outro investidor. Analisar a eficiência de Unidades de Negócios afeta diretamente o processo decisório da Organização, principalmente quando se consideram variáveis de natureza financeira, e variáveis de natureza não financeira e a partir daí, definindo o nível de eficiência relativa ou de ineficiência e as razões que conduziram a esses resultados.

No segmento considerado como ambiente experimental, ou seja, uma Organização das Forças Armadas (Exército Brasileiro), ganha importância adicional o fato de constituir abordagem no campo de aplicação de saúde bucal, produzindo resultados que se prestarão como ferramenta gerencial no setor odontológico. Tal recurso até o presente momento nunca havia sido explorado no Exército, portanto, o ineditismo do emprego da DEA em uma Organização Militar de Saúde nessa Instituição, torna relevante o caráter investigativo dessa pesquisa, segundo os objetivos para os quais está orientada.

## **1.4 Limitações**

Observa-se como fator de limitação inicial a utilização nessa pesquisa de um único software para processar problemas de DEA, o SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), que será empregado na compilação dos dados colhidos na Odontoclínica. Outro fator que não se pode desprezar trata-se da escolha da natureza de dados, já que a diversidade e as diferentes combinações de entradas e saídas de dados poderiam gerar resultados de características diferentes. Ocorre que a base de dados de uma pesquisa dessa natureza sempre incorrerá nessa possibilidade, pois a metodologia apresenta a desvantagem de submeter a fronteira de eficiência a erros de medidas, assim como da impossibilidade de se estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Nesse item apresentar-se-ão os conceitos e doutrinas científicas acerca dos sistemas de medição de desempenho, iniciando com posicionamentos sobre gestão da qualidade, e dados de relatórios extraídos do Programa Nacional da Qualidade. A seguir, serão mencionados os fundamentos do modelo de *gaps* e, de forma sintética, o pensamento de diversos autores no que se refere ao controvertido tema da avaliação do desempenho. Dando continuidade, será discutido o reflexo do referido tema sobre os aspectos ligados à gestão estratégica segundo Kaplan e Norton, além de enfatizar os conceitos do gerenciamento por diretrizes.

Dando prosseguimento, realizar-se-á uma apresentação dos conceitos doutrinários que regem a metodologia da análise envoltória de dados. E finalmente, serão apresentados de forma resumida, onze artigos publicados no Brasil e exterior, que abordam temas ligados à metodologia DEA (*Data Envelopment Analysis*) e sua aplicação, considerando os métodos utilizados, bem como os respectivos dados e resultados obtidos.

### 2.1 Avaliação de Desempenho em Serviço

#### 2.1.1 Comitê Temático “Medição do Desempenho Global”

O Comitê Temático “Medição do Desempenho Global”, quando foi formado em agosto de 1997, por 27(vinte e sete) organizações dos mais diversos setores voltados para o Prêmio Nacional da Qualidade, registrou em seus relatórios que

A influência de um bom sistema de medição na cultura organizacional é muito superior a simples constatação de que as metas estão sendo atingidas. Dentre os benefícios que a adoção de um sistema de medição pertinente pode trazer, o Comitê destacou a clarificação das prioridades e das interligações entre as iniciativas dos diversos setores, criando uma linguagem e objetivos comuns e a transparência na divulgação de resultados e o emprego de critérios objetivos para reconhecimento das pessoas, alavancando a sua motivação em busca do sucesso da organização. Contudo, o sistema de medição deve registrar não apenas se os efeitos procurados na formulação das estratégias foram atingidos, mas se foram alcançados de forma equilibrada. Reconhecendo que um indicador de desempenho é um dado numérico a que se atribui uma meta e que deve ser levado periodicamente à atenção dos gestores, o Comitê concluiu que torna-se pertinente para a arquitetura de um sistema de medição de desempenho global a hierarquização dos indicadores escalonados em níveis estratégico, gerencial e operacional.

As experiências das organizações representadas no Comitê mostraram que a hierarquização em três níveis costuma ser suficiente. No entanto, como os diversos níveis organizacionais também desenvolvem seus respectivos planejamentos estratégicos, esta hierarquização em três níveis passa a se reproduzir a partir do nível organizacional, objeto do planejamento estratégico.

O Comitê também acrescentou em seu relatório que

toda a organização possui uma estratégia, formal ou não, que deve ser decomposta em objetivos para comunicá-la e gerar ação. Concluiu ainda que esses objetivos devem ser mensuráveis e identificados nas diferentes perspectivas organizacionais de interesse estratégico, a fim de assegurar a visão sistêmica. Destarte, o sistema de medição de desempenho se encontraria naturalmente alinhado à estratégia organizacional.

#### 2.1.2 Modelo de *gaps*

O modelo de *gaps* é resultado de uma pesquisa exploratória, composta de grupos com o foco centrado em consumidores e entrevistas aprofundadas com executivos de empresas prestadoras de serviços. Conforme os autores apontam, o principal resultado das entrevistas com executivos foi a identificação de um conjunto de discrepâncias entre a percepção de qualidade de serviço destes executivos e as tarefas associadas à prestação dos mesmos. Estes *gaps* seriam grandes obstáculos na tentativa de atingimento de um nível de excelência na prestação de serviços.

Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985), apontaram três características básicas para a qualidade de serviços, a saber: (a) os clientes encontram maior dificuldade em avaliar a qualidade de serviços que a qualidade de bens; (b) a percepção de qualidade em serviços resulta da comparação de expectativas de consumidores e a performance alcançada pelo serviço; (c) as avaliações de qualidade não dependem apenas do resultado final do serviço, dependem também do processo de prestação do mesmo.

As afirmativas (a) e (c) refletem basicamente características específicas dos serviços. Porém, a afirmativa (b) apesar de intuitiva, contém a base conceitual para todo o modelo de qualidade de serviços proposto por Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985): o modelo de *gaps*.

Os *gaps* identificados por Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985) nas entrevistas com executivos são: o desconhecimento ou percepção inadequada a respeito das expectativas dos clientes - GAP 1; a falha em traduzir as expectativas do cliente em especificações dos serviços - GAP 2; a discrepância entre o serviço prestado e as especificações - GAP 3; a ausência de uma comunicação precisa com os clientes, colaborando para uma melhor percepção a respeito do serviço prestado - GAP 4. Dos grupos de foco resulta o quinto e último *gap*: a diferença entre as expectativas dos consumidores a respeito de um serviço e a performance alcançada - GAP 5.

Caracterizados os 5(cinco) *gaps* que compõem o modelo de Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985), outra proposição chave, além da existência e relevância destas lacunas é que a qualidade dos serviços é percebida pelos consumidores como uma função do tamanho e direção do GAP 5 que, por sua vez, é função dos *gaps* associados às especificações, *marketing* e prestação dos serviços (Parasuraman, Zeithaml e Berry, 1985, pp. 46).

O modelo de *gaps*, no entanto, não disponibiliza uma ferramenta para a medição da qualidade de serviços. Com este objetivo, Parasuraman, Zeithaml e Berry (1985) apresentaram o SERVQUAL em 1988. De uma série de estudos qualitativos e quantitativos, resulta um conjunto de cinco dimensões consistentemente apontadas por clientes como sendo fundamentais para a qualidade dos serviços: tangibilidade, confiabilidade, tempo de resposta, segurança e empatia.

Tomando como referência as cinco dimensões estabelecidas no SERVQUAL, os autores desenvolveram um questionário contendo 22 afirmativas, pontuadas de 1 a 7, voltado para a medição do *gap* existente entre as expectativas dos consumidores e sua percepção a respeito dos serviços.

No entanto, Parasuraman, Zeithaml e Berry alertam que, em alguns casos, serão necessárias adaptações ao modelo proposto, visando ajustá-lo às características ou necessidades de pesquisa específicas das organizações.

### **2.1.3 Sistemas de desempenho e competitividade**

De acordo com Slack *et al* (2002) toda organização precisa de alguma forma de medida de desempenho, como um pré-requisito para melhoramento. Um sistema de medida de desempenho é um processo de quantificar as ações tomadas pela gerência. A performance é, então, mensurada nas cinco dimensões de desempenho: qualidade, velocidade, flexibilidade, confiabilidade e custo; que satisfazem os consumidores. Porém, estes cinco objetivos de desempenho são compostos de muitas medidas de menor escalão, ou seja, estes podem ser desdobrados. Cabe ressaltar, que depois da mensuração de desempenho, usando, normalmente, um conjunto de medidas desdobradas/parciais, a empresa precisa fazer um julgamento sobre sua performance. Este julgamento envolve a comparação do nível de desempenho atingido com algum tipo de padrão. Estes padrões podem ser:

Padrões Históricos: consiste na comparação do desempenho atual com desempenhos anteriores, construindo assim uma tendência do comportamento de desempenho ao longo do tempo;

Padrões de Desempenho Alvos: são aqueles estabelecidos arbitrariamente para refletir algum nível de desempenho que é visto como adequado;

Padrões de Desempenho da Concorrência: utilizam a comparação do desempenho atingido com aquele que está sendo conseguido por um ou mais competidores;

Padrões de Desempenho Absolutos: são aqueles tomados em seus limites (ex.: estoque zero, zero defeito, etc.).

Segundo Slack *et al* (1997), é possível se relacionar os elementos básicos da competitividade no que se refere a uma linha de manufatura: qualidade, velocidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. Assim, segundo o autor, pode-se afirmar que na prestação de serviços é possível distinguir entre aspectos internos e externos de cada elemento básico da competitividade e que o desempenho de cada um deles contribui para o desempenho externo da operação inteira - o desempenho que o consumidor vê.

Os aspectos externos do desempenho podem ser focados separadamente, porém, os aspectos internos do desempenho são relacionados de forma mais íntima e complexa. A implicação disso é que não se trata de saber quais objetivos internos de desempenho são mais importantes, mas de que maneira eles contribuem para o desempenho como um todo e, principalmente, como cada um deles pode ser aperfeiçoado para elevar a competitividade (SLACK, 1997).

É possível mensurar a satisfação dos clientes conforme o nível de qualidade dos serviços que eles recebem, apresentando os seus inúmeros benefícios. São eles: (a) uma percepção mais positiva dos clientes quanto à empresa provedora de serviços; (b) disponibilização de informações precisas e atualizadas das necessidades dos clientes; (c) incremento da confiança desenvolvida nas transações entre cliente e provedor de serviço, em função de uma maior proximidade entre as partes e (d) o estabelecimento de relações de lealdade. Uma satisfação cumulativa com a qualidade dos serviços recebidos por parte do cliente pode ser um indicador seguro e fundamental da performance atual e futura de uma empresa (Rossi, Slong, 1995).

Segundo Atkinson *et al* (2000) a avaliação do desempenho organizacional propicia um vínculo crítico entre o planejamento, que identifica os objetivos da empresa e desenvolve as estratégias e os processos para alcançá-los, e o controle, que faz com que a empresa se mantenha no caminho em direção ao alcance de seus objetivos. Isso porque um sistema de avaliação de desempenho enfoca o desenvolvimento de objetivos organizacionais, o monitoramento e a avaliação dos resultados para alcançar estes objetivos e a comparação do desempenho atual e o planejado ou visado para que se possa fazer ajustes para alcançar os objetivos.

Para Neely *et al* (2002), medição de desempenho pode ser compreendida como a técnica usada para quantificar a eficiência e a eficácia das atividades de negócio. A eficiência vai tratar das relações estabelecidas por ocasião da utilização econômica dos recursos, levando em consideração um determinado nível de satisfação. Por sua vez, a eficácia avalia o resultado de um processo onde as expectativas dos diversos clientes são ou não atendidas.

O'Mara *et al.*(1998), acrescenta que um sistema de medição de desempenho não apenas fornece dados necessários para a gerência controlar as várias atividades da empresa, mas também influenciam as decisões e o comportamento organizacional.

Neste sentido, para Martins (1999), existe uma divisão temporal na formulação de sistemas de medição de desempenho. Antes da década de 90, onde os sistemas se baseavam apenas em indicadores financeiros e, após a década de 90, onde um grande número de sistemas passa a buscar também o uso das dimensões de desempenho.

Para Bititci *et al.* (1997), existe um número incontável de organizações que possuem extensos sistemas de medição de desempenho baseados em práticas financeiras e de custos. Desta maneira, por serem fundados em técnicas e métodos tradicionais, elas falham em apoiar os objetivos estratégicos das empresas e não promovem melhoramento contínuo. Indicadores de desempenho tradicionais são baseados em sistemas contábeis. Retorno sobre o investimento (ROI), retorno sobre o patrimônio, retorno sobre vendas, variação nos preços, vendas por funcionário, lucro por unidade produzida e produtividade são alguns exemplos de indicadores de desempenho tradicionais.

De acordo com Noble (1997), a tomada de decisão com base somente em indicadores tradicionais, tem natureza limitada devido a diversos fatores: (a) os resultados financeiros são em algumas vezes muito velhos para serem úteis; (b) tentam quantificar o desempenho e outros esforços de melhoria somente em termos financeiros; (c) possuem um formato predeterminado que é utilizado pelos vários departamentos. Todo registro é inflexível e ignora o fato de que cada qual tem suas únicas e próprias características, prioridades e contribuição; (d) tendem a ser inconsistentes com o conceito de melhoria contínua; (e) não são aplicáveis às novas técnicas gerenciais que dão às operações de chão de fábrica mais responsabilidade e autonomia em qualidade, produção, manutenção preventiva e planejamento.

Bititci *et al.* (1997), afirma que a grande maioria dos pesquisadores atualmente acredita na existência da necessidade de formulação de sistemas de medição de desempenho que contemplem não apenas os indicadores financeiros. Por outro lado, alguns dados são comuns a todas as empresas. A padronização é uma forma de evitar a proliferação desnecessária de medidas e ter a certeza que importantes variáveis estão sendo corretamente medidas.

Portanto, a partir da constatação de que somente indicadores tradicionais não são capazes de explicitar a realidade da empresa de forma geral, Neely *et al.* (1998) propõe uma análise de medição de desempenho em três níveis: os indicadores de desempenho individuais, um sistema de medição de desempenho e como este sistema se relaciona com o ambiente.

Desta maneira, para Neely *et al.* (1998), os indicadores de desempenho individuais fazem parte de um conjunto maior que pode ser chamado de dimensões de desempenho, e que por sua vez, são divididos em qualidade, tempo e flexibilidade.

Assim, pode-se ver um sistema de indicadores de desempenho como um conjunto integrado de dimensões de desempenho, desdobradas em indicadores individuais, que visam prover informações sobre desempenho para determinados fins.

Para Meyes (1994), Neely *et al.* (1998), Eccles e Pyburn (1992), e Bititci, (1995), um sistema de indicadores de desempenho deve conter dados para monitorar o passado e planejar o futuro. Os indicadores de desempenho tradicionais e os não financeiros, devem ser integrados dentro de um sistema único, onde se deve considerar informações dos vários sistemas para fornecer o nível necessário de dados em termos de acuracidade e confiabilidade. Os administradores, ao configurá-lo, devem resolver questões como o desenvolvimento de metodologias para a coleta das medidas, assim como a sua periodicidade e destino. Devem prover a solução para conflitos entre os vários indicadores, a inclusão do reflexo da cultura organizacional e o apropriado equilíbrio do sistema com o ambiente que o circunda, levando em consideração as medidas internas (da própria organização) e externas (consumidores e concorrentes). Ao longo do tempo, o desenho de qualquer sistema de indicadores de desempenho deve refletir as operações básicas do suporte organizacional, sempre lembrando da importante relação intrínseca entre indicadores de desempenho e estratégia (BITITCI,1997).

#### **2.1.4 Medição de desempenho e planejamento estratégico**

Segundo Atkinson *et al.* (2000) a mensuração do desempenho organizacional é talvez a mais importante, a mais incompreendida e a tarefa mais difícil da contabilidade gerencial. O sistema de avaliação da performance empresarial contém indicadores críticos de desempenho

que abrangem todas as facetas do desempenho organizacional sob a perspectiva dos clientes, fornecendo feedback para a gerência identificar problemas e oportunidades para melhorias.

Ainda para os autores, uma vez que a empresa decidiu quais indicadores críticos para medir o desempenho e desenvolveu um sistema para apreender essas medidas, ela deve avaliar o desempenho. Parte do processo de avaliação de desempenho é comparar o desempenho realizado com algum padrão ou nível de desempenho visado. Para isso, a empresa pode desenvolver padrões de desempenho baseando-se no potencial estimado, na experiência dos gestores ou na melhoria do desempenho passado. O problema destas bases de estabelecimento dos padrões de desempenho é que estes não transmitem e nem refletem o que está acontecendo no mundo externo à empresa, particularmente, na consideração do que os competidores estão realizando.

Quando uma empresa utiliza o mercado como parâmetro de comparação, enfatizam Slack *et al* (2002), é necessário que se use uma abordagem denominada Benchmarking. Esta se preocupa, basicamente, em ver quão bem vai a operação em relação ao praticado no mercado, envolvendo, assim, novas idéias, práticas, métodos, ferramentas, etc. Consiste, então, em uma abordagem realística de padrões de desempenho.

Desta maneira, Bititci (1995), afirma que pesquisadores como Neely *et al* (1998), Norton e Kaplan (1992), Eccles e Pyburn. (1992), Meyes (1994) e O'mara *et al* (1998) conduziram seus estudos na percepção da ligação entre indicadores de desempenho e planos estratégicos ou fatores de sucessos críticos dos negócios.

Na década de 80 a General Eletric conduziu a transição do planejamento estratégico para a gestão estratégica. Hunger e Wheelen (2002) definiram gestão estratégica como o conjunto de decisões estratégicas que determinam o desempenho de uma corporação no longo prazo. Esse tipo de gestão inclui análise profunda dos ambientes interno e externo, formulação da estratégia, avaliação e controle. Segundo Kaplan e Norton (2000) o fator crítico da gestão estratégica não está em sua formulação, mas sim na implementação da mesma.

Segundo eles, determinados sistemas de gestão se sobressaem pela proposta explícita de auxílio à implementação da estratégia nas organizações, o *balanced scorecard* (BSC) e o gerenciamento pelas diretrizes.

Segundo Kaplan e Norton (2000), o BSC complementa as medidas financeiras do desempenho passado com medidas dos vetores que impulsionam o desempenho futuro. Os objetivos e medidas do *scorecard* derivam da visão e estratégia da empresa. Os objetivos e medidas focalizam o desempenho organizacional sob quatro perspectivas: financeira, do cliente, dos processos internos e de aprendizado e crescimento. O BSC é mais do que um sistema de medidas táticas ou operacionais, e as empresas passaram a empregá-lo como um sistema de gestão estratégica para administrar a estratégia empresarial a longo prazo. Elas adotaram a filosofia do *scorecard* para viabilizar processos gerenciais críticos:

- 1) Esclarecer e traduzir a visão e a estratégia.
- 2) Comunicar e associar objetivos e medidas estratégicas.
- 3) Planejar , estabelecer metas e alinhar iniciativas estratégicas.
- 4) Melhorar o *feedback* e o aprendizado estratégico.

O BSC conserva a perspectiva financeira, onde as medidas financeiras de desempenho indicam se a estratégia de uma empresa, sua implementação e execução estão contribuindo para a melhoria dos resultados financeiros. Objetivos financeiros normalmente estão ligados à lucratividade , como por exemplo, receita operacional, retorno sobre o capital empregado ou, mais recentemente, pelo valor econômico agregado, segundo Kaplan e Norton (2000).

Na perspectiva do cliente, o *balanced scorecard* permite que os gerentes identifiquem os segmentos de clientes e mercados nos quais a unidade de negócios está inserida para fins de concorrência, bem como as medidas de desempenho da unidade nesse segmento de mercado. Dentre as medidas essenciais de resultado configuram a satisfação do cliente, a retenção de clientes, a aquisição de novos clientes, a lucratividade dos clientes e a participação de contas (clientes) nos segmentos-alvo. A perspectiva de cliente permite que os

gerentes articulem uma estratégia voltada ao cliente de forma a alavancar a lucratividade futura.

Na perspectiva dos processos internos, são identificados os processos internos críticos nos quais a empresa deve alcançar a excelência. Esses processos deverão gerar valor para os clientes, mediante a atração e retenção deles e gerar também valor aos acionistas com a otimização de retornos financeiros. Ou seja, a implementação dessas medidas direcionadas aos processos devem incidir naqueles que tenham maior impacto na satisfação do cliente e na consecução dos objetivos financeiros da empresa segundo Kaplan e Norton (2000).

O diferencial da abordagem do BSC em relação ao enfoque tradicional está na identificação e desenvolvimento de novos processos fazendo face a determinados serviços para os quais o cliente atribua maior valor. O aprendizado e o crescimento organizacionais provêm de três fontes principais: pessoas, sistemas e procedimentos organizacionais.

As perspectivas voltadas para o financeiro, clientes e processos do BSC apresentam lacunas entre si decorrentes das diferenças de capacidades atuais de pessoas, sistemas e procedimentos, o que será para o alcance de um desempenho inovador segundo Kaplan e Norton (2000). Esses objetivos são explicitados na perspectiva de aprendizado e crescimento do *Balanced Scorecard*. Segundo Kaplan e Norton (2000), um BSC bem elaborado deverá contar a história da estratégia da unidade de negócios, identificando e tornando explícita a seqüência de hipóteses sobre as relações de causa e efeito entre as medidas de resultado e os vetores de desempenho desses resultados.

As medidas de resultados sem os vetores de desempenho não comunicam a maneira como os resultados são alcançados, além de não oferecerem uma indicação clara de que a estratégia esteja sendo implementada com sucesso ou não (KAPLAN, NORTON, 2000).

Afirmam ainda Kaplan e Norton (2000), que

um bom *Balanced Scorecard* deve conter uma combinação adequada de resultados (indicadores de fatos) e vetores de desempenho (indicadores de tendências) da estratégia da unidade de negócio. O BSC é basicamente um mecanismo para a implementação da estratégia, não para a sua formulação, começando pela perspectiva do cliente ou pela excelência das capacidades dos processos internos.

Outra metodologia empregada, o gerenciamento pelas diretrizes ou *hoshin kanri* é um sistema originado no Oriente a partir do TQM – gerenciamento pela qualidade total. Segundo Akao (1997), esse sistema propõe assegurar o controle eficaz da empresa de modo que as estratégias de médio e longo prazos se concretizem na forma de mudanças nas atividades da rotina tendo como resultado a melhoria de processos e produtos. O gerenciamento pelas diretrizes é um sistema de gerenciamento para determinar o curso apropriado das ações orientadas para o alcance da visão estratégica e efetivamente realizá-las, conseguindo os resultados desejados (COWLEY, DOMB, 1997).

As condições fundamentais para o êxito do Gerenciamento pelas Diretrizes são o engajamento e a liderança da alta administração e a determinação de todos os participantes do projeto em atingir a meta global pré-estabelecida (AKAO, 1997).

## 2.2 Análise Envoltória de Dados

A eficiência de uma unidade produtiva pode ser medida através da comparação entre valores observados dentre os valores ótimos de seus produtos (saídas) e seus recursos consumidos (entradas). Essa medida de comparação pode ser realizada através da razão estabelecida entre a quantidade mínima necessária de insumos e a quantidade efetivamente empregada, dada a quantidade de produtos gerados ou pela razão entre a produção observada e a produção potencial máxima alcançável, dados os recursos disponíveis.

Segundo Bronson (1985), a Pesquisa Operacional se refere à alocação eficiente de recursos escassos como capital, pessoal etc., que são importantes ao processo decisório, conjugando variadas técnicas de modelagem matemática, que se destacaram devido a sua grande utilização em soluções de problemas ligados à questões de otimização.



Segundo Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000), a programação linear (PL) é uma ferramenta de modelagem para tomadas de decisão associadas à alocação de recursos que transcendem todos os aspectos de gerenciamento. Este é o modelo básico para a compreensão de todos os demais.

Conforme Goldberg e Luna (2000), o modelo de programação linear reduz um sistema real a um conjunto de equações ou inequações onde pretendemos otimizar uma função objetivo.

Fitzsimmons e Fitzsimmons (2000) afirmam que a Análise Envoltória de Dados (DEA) envolve o uso de métodos de programação linear para construir uma fronteira não-paramétrica sobre os dados, onde medidas de eficiência são calculadas em relação a sua fronteira.

Segundo Zhu (2000) a Análise Envoltória de Dados é uma técnica baseada em programação linear projetada para estabelecer uma medida de eficiência relativa entre diferentes entidades de um gênero comum. Afirma ainda que a medida de eficiência DEA contabiliza explicitamente o mix de entradas e saídas.

A Análise Envoltória de Dados (DEA), segundo Zhu (2000) representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência, em comparação com ferramentas convencionais.

Segundo Pereira (1995), a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis*) é uma técnica de Pesquisa Operacional, que tem como base a Programação Linear, e cujo objetivo é analisar comparativamente unidades independentes (empresas, departamentos etc.) no que se refere ao seu desempenho. DEA foi desenvolvida para determinar a eficiência de unidades produtivas, onde não seja relevante ou não se deseja considerar somente o aspecto financeiro. Portanto se dispensa a conversão dos insumos e produtos em unidades monetárias e as correspondentes atualizações em valores presentes. Em DEA, essa unidade produtiva é chamada de unidade tomadora de decisão (*Decision Making Unit - DMU*).

De acordo com Macedo e Macedo (2003), DEA é uma técnica com a capacidade de comparar a eficiência de múltiplas unidades mediante a consideração explícita do uso de suas múltiplas entradas na “produção” de múltiplas saídas. A referida técnica segundo os autores, evita a necessidade de desenvolver “indicador-padrão”, pois ela pode incorporar múltiplas entradas e saídas, tanto no numerador como no denominador do cálculo da eficiência, sem a necessidade de conversão para um fator comum.

Lins e Meza (2000) colocam que a abordagem analítica rigorosa aplicada à medida de eficiência é tal que nenhum dos *outputs* pode ser aumentado sem que algum outro *output* seja reduzido ou algum *input* necessite ser aumentado; e nenhum dos *inputs* possa ser reduzido sem que algum outro *input* seja aumentado ou algum *output* seja reduzido.

O objetivo primário de DEA consiste em comparar um certo número de DMUs que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades de inputs que consomem e de outputs que produzem (GOMES *et al.*, 2001 a).

Segundo Fontes e Macedo (2003) algumas características da metodologia DEA ganham destaques:

- no modelo não há necessidade de converter todas as entradas e saídas em valores monetários;
- os quocientes de eficiência são baseados em dados reais;
- representa uma alternativa e complemento aos métodos de análise de tendência central e análise custo x benefício;
- considera a possibilidade de que as unidades eficientes não representem apenas desvios em relação ao comportamento médio, mas possíveis benchmarks a serem estudados pelas demais unidades;
- ao contrário das abordagens de medidas tradicionais, otimiza cada observação individual com a finalidade de determinar uma fronteira linear por partes que compreende o conjunto de unidades eficientes.

Segundo Bandin (1995) várias são as formulações dos modelos DEA, entretanto dois modelos básicos são geralmente usados. O primeiro modelo chamado de CCR (CHARNES, COOPER, e RHODES, 1978), também conhecido como CRS (*Constant Returns to Scale*), avalia a eficiência total, identifica as DMU (*Decision Making Unit*) eficientes e ineficientes e determina a que distância da fronteira de eficiência estão as unidades ineficientes. O segundo modelo chamado de BCC (BANKER, CHARNES e COOPER, 1984), também conhecido como VRS (*Variable Returns to Scale*), utiliza uma formulação que permite a projeção de cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira (envoltória) determinada pelas DMUs eficientes de tamanho compatível.

Em se tratando de formulações, existe também a necessidade de fixação da ótica de análise (orientação *input* ou orientação *output*).

Segundo Fontes e Macedo (2003) alguns analistas tendem a selecionar modelos com orientação *input* porque em muitos casos tem-se outputs estabelecidos para se alcançar e, portanto, as quantidades de inputs se apresentam como variáveis de decisão primária. Contudo, ocorre em algumas situações onde poderia se ter uma quantidade fixada de inputs (inalterados) e poder-se-ia buscar uma maior produção de outputs. Desta forma, a orientação output talvez fosse mais conveniente, uma vez que o objetivo passa a ser o de maximizar os produtos obtidos sem alterar o nível atual de inputs.

Segundo Macedo e Macedo (2003) o termo DMU será definido como uma organização, departamento, divisão ou unidade administrativa, ou até um item cuja eficiência está sendo avaliada.

Segundo esses autores, o conjunto de DMU adotados em uma análise DEA deve ter em comum a utilização das mesmas entradas e saídas, ser homogêneo e ter autonomia na tomada de decisões. Com relação às variáveis, cada uma destas deve operar na mesma unidade de medida em todas as DMU, mas pode estar em unidades diferentes das outras.

De acordo com Coelli *et al* (1998), Charnes, Cooper e Rhodes propuseram um modelo com orientação input e assumia retornos constantes de escala (CRS).

Segundo Charnes *et al* (1994), para generalizarmos o modelo DEA CRS/ótica primal, definiremos algumas notações:

- Faça  $E_k$ , com  $k = 1, \dots, n$  DMUs, onde  $n$  é o número total de unidades que estão sendo avaliadas, ser a razão de eficiência da unidade  $k$ , definida como a relação dos *outputs* sobre os *inputs*.

- Faça  $U_j$ , com  $j = 1, \dots, s$  *outputs* de cada DMU, ser um coeficiente de saída para  $j$ , onde  $s$  é o número total de tipos de saídas sendo considerados. A variável  $u_j$  é a medida da diminuição relativa na eficiência com cada unidade de redução do valor de saída.

- Faça  $v_i$  com  $i = 1, \dots, m$  *inputs* de cada DMU, ser um coeficiente de entrada para  $i$ , onde  $m$  é o número total de tipos de entrada. A variável  $v_i$  mede o aumento relativo na eficiência com cada redução unitária do valor de entrada.

- Faça  $y_{jk}$  ser o número observado de unidades de saída  $j$ , geradas pela unidade  $k$ , durante um período de tempo.

- Faça  $x_{ik}$  ser o número real de unidades de entrada  $i$ , utilizadas pela unidade  $k$  durante um período de tempo.

Assim segundo Coelli *et al* (1998), um caminho intuitivo para introduzir DEA é por meio de forma de razão. Para cada DMU, gostaríamos de obter uma medida de razão de todos os outputs sobre todos os inputs, ou seja, os pesos ótimos  $u_j$  e  $v_i$  são obtidos pela resolução do problema de programação matemática.

$$\text{Max } E_c = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jc}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ic}}$$

$$\text{S.a.:} = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, k = 1, 2, \dots, c, \dots, n$$

$$u_j \geq 0, \forall j,$$

$$v_i \geq 0, \forall i,$$

Neste modelo  $c$  é a unidade (DMU) que está sendo avaliada. O problema acima envolve a procura de valores para  $\underline{u}$  e  $\underline{v}$ , que são os pesos, de modo que maximize a soma ponderada dos outputs (output “virtual”) dividida pela soma ponderada dos inputs (input “virtual”) da DMU em estudo, sujeita a restrição de que esse quociente seja menor ou igual a 1, para todas as DMUs. Esta função está sujeita à restrição de que, quando o mesmo conjunto de coeficientes de entrada e saída (os vários  $v_i$  e  $u_j$ ) for aplicado a todas as outras unidades de serviços que estão sendo comparadas, nenhuma unidade excederá 100% de eficiência ou uma razão de 1,00.

O modelo original CCR, também conhecido como CRS (Constant Returns to Scale) segundo a ótica dos multiplicadores, pode ter um índice de eficiência definido, então, como a combinação linear dos outputs dividida pela combinação linear dos inputs de determinada DMU. Porém, um problema como este, de formulação fracionária, possui infinitas soluções ótimas. Para evitar isto, ainda segundo Coelli, Rao e Baltese (1998), uma possível imposição seria  $\sum v_i x_{ic} = 1$ , pois, além disto, queremos linearizar as restrições do problema, de transformá-lo em um problema de programação Linear (PPL). Então introduzindo a transformação linear desenvolvida por Charnes e Cooper (1962) obtemos:

$$\begin{aligned}
\text{Max } E_c &= \sum_{j=1}^s u_j y_{jc} \\
\text{S.a.: } &\sum_{i=1}^m v_i x_{ic} = 1 \\
&\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, K=1,2,\dots,c,\dots,n \\
&u_j, v_i \geq 0, \forall x,y.
\end{aligned}$$

Esta forma do problema é conhecida como problema dos multiplicadores, como também são chamados os pesos,  $u_j$  e  $v_i$ . Denotamos este PPL por CRS/M/I.

Macedo e Macedo (2003) dizem que quanto maior a relação  $\sum \text{outputs} / \sum \text{inputs}$  maior a eficiência. Para cada DMU a ser analisada, formula-se um problema de otimização com o objetivo de determinar os valores que esta DMU atribuiria aos multiplicadores  $u$  e  $v$  de modo a aparecer com a maior eficiência possível.

Então complementam os autores, o problema consiste em achar os valores das variáveis  $u_j$  e  $v_i$ , que são os pesos (importância relativa de cada variável), de modo que se maximize a soma ponderada dos outputs (outputs “virtual”) dividida pela soma ponderada dos inputs (inputs “virtual”) da DMU em estudo, sujeita a restrição de que esse quociente seja menor ou igual a 1, para todas as DMU. Logo as eficiências variam de 0 a 1.

Segundo Coelli *et al* (1998), a suposição CRS só é apropriada quando todas as firmas estão esperando na escala ótima. Imperfeita competição, finanças coagidas, etc., podem causar a não operação da firma em escala ótima. Eles dizem que Banker e Cooper (1984) sugeriram uma extensão do modelo de DEA-CRS para contemplar situações de Retorno Variável de Escala (VRS). O uso da especificação CRS quando nem todas as firmas estão operando na escala ótima, resulta em medidas de Eficiência Técnica (TE) que são confundidas com Eficiência de Escala (SE). O uso da especificação VRS permite o cálculo de Eficiência Técnica derivando a esses efeitos as Eficiências de Escala.

Sendo assim, Charnes et al (1978), dizem que o problema de programação linear CRS pode ser modificado facilmente para a notação VRS por adição da convexidade. Isso faz com que, essencialmente, uma empresa ineficiente está “*benchmarked*” em comparação a outra de tamanho similar. O ponto ótimo a ser atingido pela empresa ineficiente e que está projetando na fronteira DEA será uma combinação convexa de empresas de mesmo tamanho e eficiências. Esta restrição de convexidade não é imposta no caso CRS, então, neste modelo uma empresa pode ser “*benchmarked*” em relação a outras que são substancialmente maiores que esta.

Nesta instância, no modelo dos multiplicadores esta restrição irá implicar na inclusão de uma variável irrestrita  $u^*$ , ficando a formulação do modelo VRS/M/I da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
& \text{Max } E = \sum_{j=1}^s u_j y_{jc} u^* \\
& \text{S.a.: } \sum_{i=1}^m v_i x_{ic} = 1 \\
& \sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + u^* \leq 0 \\
& v_i, u_j \geq 0, u^* \text{ irrestrito}
\end{aligned}$$

Este modelo é utilizado para a análise dos dados onde não há como garantir que os índices utilizados respeitam alguma condição de linearidade em suas relações. Em outras palavras, não há como garantir que uma redução de output gera uma redução proporcional de (linear) de inputs, por exemplo.

Lins e Meza (2000) apresentam uma implementação da metodologia DEA que, segundo eles, foi desenvolvida por Golany e Roll (1989), e que é utilizada largamente de maneira formal e intuitiva. Nessa metodologia são estabelecidas três fases.

A primeira visa a determinação do conjunto de DMU homogêneas a serem avaliadas, ou seja, define e seleciona DMU que entrarão na análise. Cabe salientar, de acordo com Lins e Meza (2000), que uma vez definidas as DMU, estas devem ser no mínimo o dobro do número de variáveis utilizadas no modelo. Esta é uma preocupação de ir melhorar a capacidade do modelo de discriminar unidades eficientes e não eficientes.

A segunda fase seleciona as variáveis (input e output), considerando a princípio uma grande lista de possíveis variáveis a entrar no modelo. Estas variáveis podem ser controláveis ou não, quantitativas ou qualitativas. Macedo e Macedo (2003) dizem que vale a pena ressaltar que, a introdução de um grande número de variáveis reduz a capacidade do DEA de distinguir as DMUs eficientes das ineficientes e portanto, o modelo deve ser o mais compacto possível para maximizar seu poder discriminatório.

A terceira fase é a aplicação dos modelos DEA. De acordo com Macedo e Macedo (2003) esta fase pressupõe, necessariamente, a escolha do modelo, que envolve a decisão pela ótica de análise e pela formulação em termos de retornos de escala (constantes ou variáveis).

Segundo Lins e Meza (2000), a literatura sobre DEA não tem dedicado muita atenção a seleção de variáveis para modelagem, pelo contrário têm adotado uma abordagem baseada na opinião do interessado, usuário e/ou especialista. Desta forma, os autores afirmam que não é preciso se preocupar em utilizar alguma técnica para seleção de variáveis quando se tem uma pequena disponibilidade de variáveis e grandes quantidades de observações, ou até mesmo nos casos em que o número de DMU é pequeno em relação ao número de possíveis inputs e outputs. Assim, eles limitam a afirmar que as variáveis escolhidas são as que melhor descrevem a performance das DMU sob análise.

Macedo e Macedo (2003) dizem que um outro ponto que deve ser destacado no DEA é em relação aos pesos. Estes representam um sistema de valor relativo para cada DMU, o qual fornece o melhor score possível para esta. Na sua forma clássica o DEA permite total flexibilidade na seleção dos pesos, que é importante para identificar as DMU ineficientes, que têm baixa performance, fazendo com que cada DMU atinja o score máximo de eficiência viável para seus níveis de inputs e outputs. Porém isso pode ser problemático quando é notório

que alguns inputs ou outputs são necessariamente mais importantes no desempenho organizacional que outros. Isso nos leva a problemática DEA de restrição aos pesos, que é algo ainda a ser mais explorado e desenvolvido. Estas restrições seriam limites que representariam, também, a expressão das preferências, da experiência e da expertise dos analistas em relação às variáveis consideradas na modelagem.

Por ser uma técnica para avaliar eficiência relativa de unidades comparáveis, com a visão de melhorar suas performances, o DEA exige que as unidades façam parte de um conjunto homogêneo, onde comparações das DMU fazem sentido. Um grupo de unidades pode ser homogêneo para atender aos objetivos do DEA quando:

- As unidades em consideração desempenham as mesmas tarefas, com os mesmos objetivos;
- As variáveis (“input” e “output”) que caracterizam o desempenho de todas as unidades do grupo, são iguais, exceto por diferenças de intensidade ou magnitude.

É necessário definir o tamanho do grupo de comparação, cuja determinação está sujeita a uma situação de conflito. Há uma tendência de ser aumentado o número de unidades, pois, numa população grande, tem-se uma maior probabilidade de unidades de alto nível de desempenho determinarem a fronteira de eficiência (como definida na teoria microeconômica). Um conjunto maior de unidades possibilita, além disso, uma identificação das relações típicas entre “input” e “output” no conjunto. Além disso, com o aumento do número de unidades, é possível incorporar um maior número de variáveis na análise. Uma regra estabelecida é que o número de unidades deve ser, no mínimo, duas vezes o número de “input” e “output” considerados. Por outro lado, um grande número de unidades pode diminuir a homogeneidade dentro do conjunto, aumentando a possibilidade de alguns resultados serem afetados por fatores exógenos, não desejáveis (Golany e Roll, 1989).

Algumas experiências apresentadas por alguns pesquisadores revelam que a seleção de variáveis de “input” e de “output” adequadas é a questão mais importante na utilização do DEA para medir eficiência de qualquer tipo de firma, uma vez que determina o contexto de avaliação da comparação (YEH, 1996). A seleção de variáveis é uma tarefa que deve ser desenvolvida com idas e vindas, ou seja, não há exatamente uma conduta linear.

O primeiro passo para redução da lista inicial de fatores é um exame criterial pelos tomadores de decisão na área onde as DMU operam. Já que a lista inicial de variáveis é extensa, algumas podem estar repetindo virtualmente as mesmas informações, outras podem não ser considerada como cruciais, enquanto outras, ainda, podem parecer conflitantes ou conjugadas. Algumas técnicas disponíveis para apoiar este passo são “focus group” (MORGAN, 1988), “delphi” (DALKEY, 1972), análise multicriterial (KEENEY, RAIFFA, 1976), etc. Um problema, nesta etapa, é selecionar corretamente os fatores que determinam a eficiência. Para ajudar nesta seleção, as seguintes perguntas podem ser feitas.

- A variável selecionada contribui para os objetivos da avaliação?
- A variável carrega informações pertinentes não incluídas em outras?
- Os dados referentes à variável estão disponíveis e são confiáveis?

O passo seguinte na seqüência é quantificar as variáveis. Para algumas variáveis eminentemente qualitativas será necessária a utilização de atributos subrogados (“*proxy attributes*”), que meçam indiretamente as variações de qualidade que se deseje expressar (KEENEY, RAIFFA, 1976). Para as variáveis quantitativas, será natural utilizar as unidades físicas pelos quais elas são medidas. Em princípio, o DEA pode manipular casos com valor zero para alguns dos fatores, contanto que existam no mínimo um “input” e um “output” não nulos para cada uma das DMU. Tais casos devem ser manuseados com cuidado, pois os algoritmos computacionais podem ser sensíveis ao valor zero.

Pode-se também fazer uma análise de correlação para identificar a relação que existe entre os “inputs” e “outputs”, devendo permanecer na lista aquelas variáveis que estão bem correlacionadas. A análise de correlação tende a eliminar as inconsistências existentes nas informações coletadas.

### **2.3 Seleção de Pesquisas com Abordagens de Aplicação de DEA.**

Com a finalidade de contextualizar esse trabalho, foram apresentados outros 11 (onze) artigos onde a aplicação da metodologia DEA foi utilizada. Destas, nove delas foram realizadas tomando por base ambientes hospitalares (setor de saúde) e as duas restantes em empresas não alinhadas com a área de saúde (um dos casos, quarenta e duas empresas ibéricas do setor imobiliário e no outro caso, trinta e quatro empresas selecionadas dentre as 100 melhores para trabalhar e as 500 Maiores e Melhores, da Revista Exame (2003).

Com relação às pesquisas no setor de saúde, sete delas se valeram de unidades médicas (hospitais) e duas que buscaram como objeto de análise as unidades de saúde bucal (odontológicas). Foram avaliados hospitais da rede pública e privada, no Estado do Rio de Janeiro, hospitais em âmbito nacional, e também uma pesquisa avaliando hospitais nos Estados Unidos.

Constituíram objetos de análise, hospitais universitários, hospitais mantidos pelo SUS, hospitais militares (Marinha do Brasil), e clínicas médicas e cirúrgicas. As variáveis consideradas foram as mais diversas, como horas efetivas de cirurgias, número de procedimentos cirúrgicos, taxa de mortalidade, tempo de permanência de pacientes, valores de diárias, médicos, pacientes por dia, procedimentos não cirúrgicos, procedimentos cirúrgicos, inverso do número de óbitos, recursos financeiros, ações preventivas, ações conclusivas, indicadores de lucratividade, ambiente de trabalho, benefícios e remuneração, responsabilidade social, crescimento de produtividade, indicadores patrimoniais, indicadores de rentabilidade e outros.

#### **2.3.1 “Estudo de eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de rankings”.**

Neste trabalho, o autor (MARINHO, 2001) desenvolveu uma análise em quatro hospitais públicos e dois privados, com auxílio de indicadores de performance (PI) e com a utilização de fronteiras de eficiência (DEA). Foram avaliados as produções e consumos individuais efetivos dos hospitais, comparando valores obtidos com valores eficientes.

Foram considerados e analisados seis hospitais denominados HA, HB, HC, HD, HE e HF. Dentre os dados básicos referentes aos hospitais foram colocados, o número de leitos, número de funcionários, número de médicos, número de pacientes internados, número de pacientes ambulatoriais e número de pacientes atendidos. No referido estudo, dois indicadores de desempenho se sobressaíram: relação número de funcionário/leito e relação pacientes atendidos/funcionário. Isto entre outras observações, porque o HC por exemplo, era o último colocado na relação funcionário/leito, muito embora fosse o primeiro na relação pacientes atendidos/leitos, o que dificultava sobremaneira a ordenação da produtividade global dos hospitais segundo tais indicadores.

Inicialmente aplicou-se DEA ao conjunto de hospitais com os seus respectivos *inputs* (número de leitos, funcionários e médicos) e com um único *output* (pacientes atendidos). Foi aplicada a metodologia com a finalidade de aumentar o grau de discriminação da análise, sendo observado que todos os hospitais operaram com um número eficiente de médicos, o que não poderia ser constatado apenas se valendo dos indicadores de desempenho tradicionais. Um outro aspecto interessante foi a explicitação, para as unidades ineficientes, daquelas unidades eficientes que serviram como referência para a obtenção da eficiência produtiva.

Como comentários finais, foi evidenciado que a análise da eficiência operacional de hospitais públicos e privados, realizada com a utilização de indicadores de desempenho como a relação funcionários/leitos pode ser aprofundada e estendida com a aplicação concomitante da DEA. Também foi possível estabelecer *rankings* para os hospitais sob análise, além de estabelecer valores ótimos de produção e de consumos individuais e agregados em todos os *inputs* e *outputs* relacionados ao sistema.

### **2.3.2 “Análise da produtividade do setor odontológico do sistema de saúde da Marinha utilizando o índice de Malmquist.”**

Neste trabalho, os autores (SANT’ANA, OLIVEIRA, LINS, 2001) extraíram dados anuais (1996 a 2000) da Diretoria de Saúde da Marinha do Brasil (DSMB), e utilizando o método de *Malmquist*-DEA evidenciaram o crescimento da produtividade, simultaneamente à identificação das unidades que determinavam padrões de referência para aquele crescimento.

Visando evitar que especificidades operacionais comprometessem a homogeneidade do conjunto de DMU’s, esse estudo se restringiu às unidades do Serviço de Saúde da Marinha que prestassem assistência aos seus militares e dependentes. Com isso, o conjunto analisado foi reduzido a nove unidades, sendo 03(três) unidades ambulatoriais do Rio de Janeiro (HCM; COM; PNNSG) e 06(seis) hospitais fora do Rio de Janeiro (HNSA; HNRE; HNNA; HNBE; HNLA; HNBR).

O método de *Malmquist*-DEA consiste em aplicar o algoritmo de programação linear de DEA para a construção da fronteira de produção de um determinado período e depois para o cálculo da razão entre as distâncias entre dois pontos de produção de períodos distintos de uma mesma unidade à fronteira assim construída.

Foi calculado inicialmente o crescimento da produção e seus componentes no período de 1996 a 2000 utilizando o *Malmquist*-DEA. Foram obtidos valores que constituíram um sumário do crescimento da produtividade de todas as nove unidades durante o referido período. O resultado atestou que houve um crescimento médio de 2,9% por ano na produtividade ao ser verificado a média dos valores encontrados no índice de *Malmquist*. Também foi observado que o HNRE obteve o maior crescimento de produtividade total na amostra, com 40,6% em média, e que a mudança de eficiência concorreu sobremaneira para esse resultado. Ficou evidenciado que a avaliação em termos de mudança técnica reduziu a evolução das unidades que movimentam a fronteira do tempo.

Neste trabalho os autores aplicaram a metodologia de análise de eficiência relativa e de fornecer subsídios para análise do setor odontológico daquele sistema de saúde através da quantificação de medidas de performance e da evolução da produtividade total calculados por DEA. Concluiu-se que a inclusão de outras variáveis, naquele instante, não disponíveis, tornaria o modelo mais realista. Dentre elas, da parte dos recursos, destacaram o número de horas efetivamente dedicadas pelos cirurgiões dentistas e, da parte dos produtos, o número de procedimentos cirúrgicos realizados.

### **2.3.3 “Hospitais universitários: indicadores de utilização e análise de eficiência.”**

O referido estudo se concentrou no desempenho de 45(quarenta e cinco) hospitais universitários federais brasileiros (HUs) durante cinco semestres a partir de 1998, com a finalidade de realizar análises específicas e conexões entre indicadores de eficiência técnica e de utilização da capacidade de atendimento dos HUs. De acordo com Marinho (2002), autores do referido trabalho, os indicadores de eficiência técnica foram extraídos de modelos de programação matemática com base em DEA. Os indicadores de utilização através da taxa de ocupação, a taxa de rotatividade e o prazo médio de internação. A referida conexão foi realizada empregando-se o recurso de regressão de painel (*panel data model*) para os cinco semestres disponíveis, que permitiu a constatação da integração entre os dois indicadores.

Dois modelos foram executados: no primeiro, os HUs têm as suas eficiências avaliadas apenas dentro de cada período semestral, ou seja, a amostra para comparação restringe-se a cada semestre isoladamente; no segundo, a totalidade dos hospitais em todos os semestres constitui a amostra.



Foi demonstrado que a taxa de rotatividade é obtida com a divisão do número de internações pelo número de leitos, ambas as variáveis também utilizadas no DEA. Em se tratando da divisão de um *output* com um *input*, quanto maior a taxa maior a eficiência técnica. Nesse caso a utilização da taxa de rotatividade como regressor seria redundante. A taxa de ocupação é o resultado da divisão entre o número total de dias de internação pela capacidade de internação total do hospital. Os leitos são *inputs* na DEA. O prazo médio de permanência se obtém com a divisão do número total de dias de internação pelo número de casos de internação. O número de internações é um *output* na DEA. Ambos os indicadores, a taxa de ocupação e o prazo médio de permanência, dependem do prazo de internação, que não é considerado na análise DEA, por não se tratar de insumo. Conseqüentemente os gestores hospitalares não controlam diretamente os prazos totais de internação mas, certamente, ao controlar a intensidade dos tratamentos individuais e ao avaliar os pacientes, controlam os prazos médios de internação.

Vale ressaltar que a análise DEA indicou para as DMUs não-eficientes, quais ajustes deveriam ser administrados em cada um dos *inputs*, e em cada um dos *outputs* considerados, a partir da identificação e comparação de valores observados e efetivos com os valores eficientes, denominados *targets*, entendendo-se por valores eficientes os valores que permitiriam às DMUs virem a se situar na fronteira de eficiência. As únicas variáveis cujas relações estavam bem ajustadas foram o número de salas de ambulatório, emergências e cirurgias e o número total de leitos hospitalares ativos e de leitos de UTI adultos ativos, o que representou uma capacidade física operacional bem dimensionada.

#### **2.3.4. “Avaliação da eficiência técnica dos serviços de saúde dos municípios do Estado do Rio de Janeiro.”**

Segundo afirmou Marinho (2003), conforme dados obtidos junto a Secretaria de Estado de Saúde, em 1998, havia no Estado do Rio de Janeiro, 390 hospitais de todas as naturezas credenciados pelo SUS, que ofereciam 55.506 leitos e realizaram 875.015 internações, com tempo médio de permanência igual a 10,47 dias e custo de R\$ 349.090.197,03. O Estado possuía 4.582 unidades ambulatoriais de todos os tipos, que realizaram 110.536.508 procedimentos ambulatoriais a um custo de R\$ 392.147.953,01. Nesse estudo foram aproveitados os dados disponíveis, analisando-se a eficiência na prestação de serviços de saúde em 74 municípios do Estado do Rio de Janeiro. Foram definidas variáveis de *inputs* (total de leitos contratados em hospitais *per capita*; total de hospitais credenciados *per capita*; total da capacidade ambulatorial *per capita*; valor médio da internação e valor médio dos procedimentos ambulatoriais), variáveis *outputs*, serviços (total de internações em hospitais credenciados *per capita* e total de procedimentos ambulatoriais *per capita*) e indicador de qualidade ( taxa de mortalidade) bem como estabelecidos dados econômicos e populacionais (população e PIB dos municípios) além de um indicador de utilização (prazo médio de permanência).

Foi utilizado o modelo de análise DEA (CCR) e como unidades tomadoras de decisão (DMUs), os municípios do Estado do Rio de Janeiro, onde os seus desempenhos relativos foram aferidos através da comparação de seus resultados (medidos em termos de quantidades geradas de seus diferentes produtos) e dos seus consumos (medidos pelos recursos que absorvem) com os resultados e os consumos das outras DMUs da amostra .

O autor ressaltou que nem todas as variáveis que determinam a eficiência dos municípios estariam sob o controle direto dos gestores dos sistemas de saúde, como por exemplo o PIB e a população dos municípios. Quanto maior o PIB, maior o aporte dos recursos municipais e quanto maior a população, maior o aporte de recursos necessários.

Foi observada uma grande dispersão de resultados entre os municípios. O valor mais baixo foi observado no município de Duque de Caxias (36,77%) e o mais alto (100%) foi observado em 18 municípios. A região da baía da Ilha Grande (98,48%) e a região centro-sul fluminense (87,80%) tinham os melhores desempenhos.

No que se refere aos recursos, pode se notar que os maiores desajustes estavam no número de hospitais *per capita*, que se encontrava 25.7% acima do valor ótimo, e na capacidade ambulatorial *per capita* que ficou 24,3% acima do ótimo. Os desajustes do sistema, de acordo com o trabalho foram resultantes do número excessivo de unidades em maior escala do que da capacidade de atendimento da rede hospitalar e ambulatorial do Estado. No que se refere aos produtos do sistema conforme os resultados apontados nesse trabalho, os procedimentos ambulatoriais efetivos corresponderam a 0,788% da produção ótima, situação essa pior do que as internações que corresponderam a 0,83% da quantidade ótima .

De acordo com os comentários finais do trabalho, os níveis gerais de eficiência relativa nos municípios foram apenas medianos e estavam dispersos de modo aparentemente aleatório pelo Estado. Pode-se também denotar o excesso de unidades na rede, porém o total de leitos estava bem ajustado. Os custos de internação e de procedimento laboratoriais estavam bem ajustados, e de acordo com a análise DEA o Estado tinha problemas em números de atendimento, principalmente nos procedimentos laboratoriais, que deveriam ser aumentados em mais de 20%. Finalmente, as taxas de mortalidade estavam muito acima (300% dos níveis ótimos), o que indicava um potencial expressivo de redução de redução de óbitos evitáveis.

### **2.3.5 “Avaliando a eficiência dos hospitais gerais do SUS, através da metodologia da análise envoltória de dados -DEA.”**

O referido estudo foi realizado pela Coordenação de Indicadores Gerenciais da Subchefia Especial de Assuntos Técnicos da Secretaria Municipal de Saúde da Cidade do Rio de Janeiro e objetivou comparar a eficiência da clínica médica e da clínica cirúrgica dos hospitais gerais da rede SUS situados no município do Rio de Janeiro, no que se refere ao melhor aproveitamento da taxa de mortalidade e do tempo médio de permanência da internação.

Foram selecionados 19 hospitais gerais para a avaliação da clínica médica e 18 hospitais gerais para a avaliação da clínica cirúrgica.

As variáveis escolhidas para a avaliação da clínica médica foram a taxa de mortalidade e o tempo médio de permanência (variáveis *inputs*) e doenças infecciosas e parasitárias, doenças do aparelho circulatório, doenças do aparelho digestivo, doenças endócrinas, doenças do aparelho respiratório e valor médio da AIH (variáveis *outputs*).

As variáveis escolhidas para a análise da clínica cirúrgica foram a taxa de permanência e o tempo médio de permanência (variáveis *inputs*) e percentual de cirurgias de alto risco (variáveis *outputs*) .

Como resultado mais interessante pode se destacar que a metodologia serviu para estabelecer comparações internas de eficiência entre as unidades hospitalares existentes, levando-se em consideração as condições normais de funcionamento e resguardadas as características que diferenciam cada uma delas.

### **2.3.6 “Avaliação de desempenho do programa de saúde bucal da prefeitura da cidade do Rio de Janeiro.”**

De acordo com Lins *et al* (2002) o objetivo deste artigo foi avaliar o desempenho da cobertura das Ações Básicas em Odontologia, do Programa de Saúde Bucal da Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro. As unidades consideradas foram as Regiões Administrativas do Município, e a metodologia utilizada foi a de Análise de Correlação Canônica (para seleção de variáveis) e Análise de Envoltória de Dados (para a avaliação de desempenho). Os resultados desta avaliação permitiram que o tomador da decisão da área odontológica fizesse uma reflexão do ponto de vista quantitativo, de como o Programa de Odontologia estava se comportando e o auxiliasse nas decisões de alocação de recursos, remanejamento de mão-de-obra e cobertura da população alvo nos padrões exigidos.

De acordo com os resultados da correlação canônica as variáveis que constituíram o modelo DEA foram o número de odontólogos e a população alvo na faixa de renda de até 02 salários mínimos (*inputs*) e ações totais, preventivas e conclusivas (*outputs*). Foram consideradas também 26 (vinte e seis) DMUs para fins de análise DEA.

No modelo DEA clássico, como previsto, foi apresentado um percentual elevado de pesos nulos atribuídos as variáveis e com o objetivo de superar esta limitação, foram introduzidas restrições aos pesos destas variáveis, tendo como referência as importâncias atribuídas a cada variável pelo modelo de correlação canônica, em conformidade com a opinião de especialistas do setor. Os limites impostos foram o para o peso da variável número de odontólogos entre, 64% e 98%, e para a população alvo entre 2% e 32%. Os resultados apresentados mostraram que sete regiões administrativas encontravam-se nas fronteiras de eficiência parciais, apresentando portanto, 100% de eficiência. Isto significa que essas regiões utilizavam melhor seus recursos (mão-de-obra) e se adequavam à demanda potencial na oferta de serviços odontológicos básicos.

Este artigo introduziu um novo conceito de cobertura, levando em conta a renda da população alvo, o que permitiu explicar melhor a demanda por serviço público de saúde. Entretanto, a maior inovação consiste em integrar dois indicadores utilizados separadamente pelo Ministério da Saúde e a Secretaria Municipal de Saúde: cobertura e produtividade. A metodologia utilizada para a obtenção desse fim foi a análise envoltória de dados, a qual caracterizou-se por estabelecer relações entre as unidades produtivas, tendo em vista a gestão dos recursos na obtenção de resultados. As análises produzidas inferiram sobre os aspectos positivos e negativos das DMUs, estimou desempenhos e identificou *benchmarks*. Foi identificado ainda que, nem sempre, valores mais reduzidos de cobertura e produtividade, isoladamente, implicam em mal desempenho.

### **2.3.7 “Efficiency measurement of hospitals: issues and extensions”**

Neste trabalho, segundo afirmaram os autores (SARKIS, TALLURI, 2002), a DEA foi utilizada para a avaliação da performance de 15 hospitais de Jordan-USA, empregando múltiplos *inputs* e *outputs*. Os inputs utilizados foram os dados relativos às diárias, médicos e saúde pessoal, e dentre os *outputs* os pacientes/dias, operações simples e operações graves. O referido autor colheu os dados durante o período compreendido entre 1991 e 1993, publicados no *Jordan Ministry of Health*. A metodologia utilizada envolveu duas importantes fases: inicialmente os *scores* de eficiência dos hospitais por ano foram avaliados e subsequente as mudanças necessárias que precisavam ser feitas para *inputs* e *outputs* de unidades ineficientes a fim de torná-las eficientes. No trabalho desses autores foram incluídos dados que proporcionaram extensões para proposta de metodologia com novas posições e conclusões a cerca da mensuração da eficiência de hospitais.

A análise inicial aplicou o modelo CCR considerando um total de 45 DMU, levando em conta todos os hospitais ao longo dos três anos mencionados.

Foram constatados erros de natureza tipográfica. Foi observado que três hospitais chamaram atenção, pois apresentavam ineficiência em 1991, e se tornaram eficientes em 1993.

Este trabalho também proporcionou três importantes observações: a avaliação simultânea de todas as unidades ao longo de três anos, o *ranking* de unidades eficientes e a identificação de *benchmarking* globais.

### **2.3.8 “Estúdio de la eficiencia em la gestión de recursos de las empresas constructoras de Castilla y León: propuesta de aplicación del análisis DEA”**

Neste trabalho, segundo os autores (LÓPEZ, GÓMEZ, PÉREZ, 2003) foi selecionada uma amostra de empresas obtidas a partir da base de dados SABI (Sistema de Análise de Balanço Ibéricos), que cadastra as contas anuais de mais de 500.000 empresas espanholas e mais de 100.000 empresas portuguesas. Em uma primeira fase foram selecionadas apenas empresas do setor de construção o que reduziu sobre maneira este número para 2.959 entidades

potencialmente analisadas. Em segunda fase colocou-se como critério imposto, a consideração de que seria necessário que a empresa apresentasse um volume total de ativo igual ou superior a dez milhões de euros, o que fez o número reduzir mais ainda esse número para 60 empresas. Continuando a segmentação da amostra foram admitidas apenas empresas cuja atividade principal única e exclusiva, a atividade imobiliária, e desta forma chegaram ao número definitivo de 42 empresas.

Foram consideradas como variáveis de *inputs* os seguintes índices de ordem patrimonial: consumos de exploração/ ativo total; gastos com pessoal/ ativo total; gastos financeiros/ passível exigível; amortizações de imobilizado/ ativo total; capital próprio/ passivo total; imobilizado/ ativo total. Como variáveis *outputs* os indicadores de rentabilidade econômica e rentabilidade financeira.

Foi escolhido o modelo básico BCC (Banker, Charnes and Cooper), com a orientação tanto *input* quanto *output*, como informação alternativa valiosa para o tipo de empresa em questão.

Através dos relatórios obtidos foram definidas as empresas eficientes e destacadas o valor calculado de supereficiências. A título de *benchmarking* foi informado o número de vezes que as empresas eficientes servem de modelo para as ineficientes, assim como as entidades que servem de referência para as firmas que atuam de forma “ótima”.

A análise DEA identificou 22 empresas eficientes e 20 entidades ineficientes em ambas orientações (*inputs e outputs*). Concluiu-se também que as grandes empresas construtoras de Castilla e León alcançaram um nível de eficiência elevado em relação às suas atividades, observando-se as estratégias diferenciadas que respondem às diferentes políticas de produção e venda. A análise DEA demonstrou ser uma técnica útil e adequada para a gestão estratégica de insumos e produtos das empresas construtoras de Castilla e León. As propostas de *benchmarking* permitiram orientar a gestão interna das entidades, apontando os pontos fortes e fracos. A consideração da orientação *input* e *output* permitiu analisar o desempenho da empresa a partir dos enfoques diferenciados: minimização do consumo dos recursos e maximização dos produtos gerados e que desta forma proporcionou informação útil ao grupo de usuários.

### **2.3.9 “Eficiência técnica e gestão de hospitais públicos do Estado de São Paulo”**

Segundo Bueno(2003) neste artigo foram selecionados aleatoriamente três hospitais gerais de propriedade do estado com modelos de gestão distintos e considerados na análise, os atendimentos totais, os recursos financeiros despendidos, a quantidade de exames de diagnósticos e o número total de funcionários por leito, utilizando análise não paramétrica, denominada DEA. Os resultados obtidos atribuíram um desempenho 47% superior ao novo modelo de gestão. Os insumos finais e intermediários representando os *inputs*, foram o número de funcionário por leito o total das despesas realizadas e o quantitativo de exames diagnósticos. As variáveis de produção representando os *outputs* são denotados pelo agregado atendimentos totais, representado pela somatória de dados referentes ao número de atendimentos de urgência e emergência, número de consultas e internações.

Conforme os resultados obtidos foi verificado que apesar de o hospital da administração mista prestar maior volume de serviço do que o da administração direta, aquele é menos eficiente na alocação de seus recursos financeiros, demonstrando melhor nível de produtividade.

### **2.3.10 “Eficiência técnica, economia de escala, estrutura da propriedade e tipo de gestão do sistema hospitalar brasileiro.”**

Segundo afirmam os autores (PROITE, SOUZA, 2004) neste trabalho foram computadas fronteiras não paramétricas de eficiência técnica em 1170 hospitais brasileiros da rede SUS, utilizando-se o método DEA, para retorno variáveis de escala juntamente com o método recentemente proposto que combina as técnicas de reamostragem para eliminar os efeitos de *outliers* e outras discrepâncias estatísticas. Após o cálculo dos índices de eficiências

foram utilizadas técnicas econométricas e os resultados confirmaram a importância do efeito escala sobre a eficiência técnica neste setor, controlada pelo tempo médio de permanência no hospital, custo médio e capital humano. No que tange a gestão dos hospitais se destacaram os efeitos negativos das instituições não lucrativas sobre o desempenho. A especialização excessiva das instituições se pronunciou como fator negativo sobre a eficiência, sugerindo uma combinação ótima entre especialização e generalização dos hospitais.

Neste trabalho a função de produção foi representada por três outputs (total de procedimentos não cirúrgicos, total de procedimentos cirúrgicos e inverso do número de óbitos ocorridos) e seis inputs (agentes de saúde, auxiliares e técnicos; enfermeiros, médicos e dentistas; profissionais de nível médio e superior; valor médio total dos serviços prestados; permanência média dos procedimentos não cirúrgicos e permanência média relativas às cirurgias), informações estas obtidas com base no data SUS.

A pesquisa estimou uma fronteira de produção para os hospitais da rede SUS que realizaram cirurgias no ano de 2002. A partir dessa fronteira computada mediante o uso do modelo DEA, método “*Jack Strap*” foram investigado o impacto da estrutura da propriedade e do tipo de gestão sobre o desempenho desses hospitais. Foi concluído que os estabelecimentos mais eficientes foram aqueles que apresentaram o maior número de cirurgias e outros procedimentos não cirúrgicos para baixo tempo médio de permanência no hospital, controlados pelo custo médio e pelo custo de pessoal e quantidade de capital humano qualificado envolvidos nas atividades de cada instituição em seguida. Foi utilizada a abordagem de regressão contílica para modelar a eficiência técnica em função de um conjunto de variáveis qualitativas para três grupos distintos de informações. Em todos os modelos foi incluída a variável de escala para captar o efeito das economias de escala, presentes neste setor, caracterizados por elevados custos fixos. Como sugestão foram observadas que as economias crescentes fossem prevaletentes na maioria das instituições analisadas, independente da natureza, tipo de unidade e esfera administrativa. Isto posto, em virtude do pequeno tamanho da maioria das unidades que não podem se beneficiar das unidades de escala inerentes a produção dos serviços hospitalares.

### **2.3.11 “Análise de desempenho organizacional: propondo uma modelagem utilizando indicadores financeiros e não financeiros na avaliação de performance empresarial.”**

De acordo com os autores (MACEDO, SILVA, 2005), através da utilização da Análise Envoltória de Dados, buscou-se nesse trabalho o Índice de Performance Empresarial (IPE) que fosse capaz de conjugar indicadores financeiros e não financeiros na análise de desempenho organizacional. A pesquisa ocorreu em ambiente competitivo, ou seja, o índice encontrado foi representativo da amostra analisada em termos relativos. A referida amostra foi formada por 34 (trinta e quatro) empresas dentre as 100 melhores para trabalhar e as 500 Maiores e Melhores - Guias Revista Exame (2003). Os autores utilizaram como variáveis os indicadores de lucratividade (EBITDA), ambiente de trabalho, benefício e remuneração e responsabilidade social interna. Dessa forma haviam três *inputs* e apenas um *outputs* e se optou em descobrir quais as melhorias em termos de ambiente de trabalho, benefícios e remuneração e responsabilidade social interna deveriam ser implementadas para que o indicador contábil-financeiro (EBITDA) fosse melhorado e, conseqüentemente se chegasse a uma maior performance empresarial. Este desempenho seria mensurado através do Índice de Performance Empresarial que seria calculado com a utilização de um software para análise de DEA denominado SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão). Os indicadores não financeiros a respeito de cada empresa foram obtidos no guia das melhores empresas para trabalhar, em ambiente de trabalho foram considerados cinco atributos, credibilidade, respeito, imparcialidade, orgulho e camaradagem na relação empresa – funcionário. Com relação a benefícios e remuneração foi considerada a capacidade da empresa em oferecer benefícios que atendessem as necessidades de seu pessoal e no sentimento que estes têm em relação ao que recebem pelo trabalho executado. Em responsabilidade social foram considerados três atributos, ética e cidadania, desenvolvimento profissional e equilíbrio (trabalho e vida pessoal)

Ao concluir a pesquisa foi observado que a metodologia DEA pode ser útil para a determinação dos níveis de performance relativa de unidades sob análise. O diferencial do referido artigo em relação aos demais que atuam nesta área foi a preocupação mais incisiva sobre a análise de desempenho em detrimento da avaliação, consolidando diferentes perspectivas de performance.

O modelo utilizado foi capaz de conjugar em um único índice diversos indicadores de naturezas distintas para a análise do desempenho. Foi utilizada a lógica de construção do modelo a partir de indicadores, que segundo os autores caracterizam-se como do tipo quanto menor melhor, para representar as variáveis de *input* e um indicador com a característica de quanto maior melhor, para representar a variável de *output*. O modelo apresentado pelo estudo buscou a maximização do IPE de cada empresa em análise. O índice de 100 pontos foi atingido por uma empresa quando comparações com outras organizações relevantes e de mesmo tamanho não proveram a evidência de ineficiência na relação *output/ input*.

Um fator importante destacado foi a escolha do modelo a ser utilizado para a análise, se adequando aos objetivos da pesquisa. Conforme os resultados obtidos no trabalho se concluiu que o modelo é eficiente naquilo que se propõe, confirmando-se a característica do multi critério. Segundo a pesquisa o modelo serviu como instrumento gerencial, proporcionando aos administradores mais uma ferramenta na gestão dos negócios.

No presente trabalho, pode-se afirmar que se espera aplicar a metodologia DEA no sentido de analisar a eficiência relativa em unidades que integram um Centro Odontoclínico do Exército Brasileiro, considerando como recursos (*inputs*), o consumo de material direto (custos diretos) e os gastos indiretos contabilizados e como produtos (*outputs*), o número de pacientes atendidos e a receita de serviço total faturada no período de 2005.

Em duas pesquisas apresentadas anteriormente que abordaram unidades de avaliação no campo odontológico, ficou evidenciada a preocupação dos gestores com o crescimento da produtividade. Uma delas, inserida no sistema de saúde da Marinha, objetivou a quantificação de medidas de performance e da evolução da produtividade total calculadas por DEA, utilizando como variáveis o número de horas efetivamente dedicadas pelos cirurgiões dentistas e o número de procedimentos cirúrgicos.

Na pesquisa ora desenvolvida, a mesma preocupação será mantida, mas considerar-se-ão variáveis voltadas para o custeio, faturamento e número de pacientes atendidos no referido exercício, no sentido de monitorar a evolução da alocação de gastos em função da produção de receita e atendimentos.

### 3 METODOLOGIA

Segundo Vergara (2004) a presente pesquisa se classifica quanto aos fins como de natureza descritiva, por apresentar características de determinada população ou de determinado fenômeno e também por estabelecer correlações entre variáveis definindo sua natureza. Ainda segundo Vergara (2004), quanto aos meios de investigação, essa pesquisa apresenta-se como um estudo de caso, já que é circunscrita a uma ou poucas unidades, entendidas essas como pessoa, família, produto, empresa, órgão público, comunidade ou mesmo país.

Neste trabalho foram utilizadas como fontes de dados primários, as informações produzidas e fornecidas pela administração da Odontoclínica Central do Exército (OCEx) durante o ano de 2005, com o propósito essencial de analisar a eficiência relativa entre as clínicas que integram a referida entidade, que se trata de uma Organização Militar de Saúde (OMS) destinada ao atendimento de militares ativos e inativos, dependentes, pensionistas e funcionários do Exército Brasileiro, totalizando um público alvo de cerca de 250.000 usuários.

Serão empregadas as técnicas de Análise Envoltória de Dados (DEA), mais precisamente a análise da eficiência relativa, considerando 11(onze) DMU (*Decision Making Unit*) da OCEx, quais sejam:

1. Semiologia e adequação;
2. Odontologia social
3. Dentista restauradora;
4. Endodontia;
5. Integrada;
6. Implantodontia;
7. Prótese
8. Odontoterapia;
9. Ortodontia;
10. Cirurgia
11. Periodontia

Sobretudo, este trabalho de pesquisa tem os objetivos de propor e descrever uma metodologia para a avaliação da eficiência relativa entre as clínicas, demonstrando a viabilidade dessa metodologia, bem como identificar as unidades eficientes e/ou ineficientes presentes na Odontoclínica Central do Exército e se possível, a causa das ineficiências.

O modelo concebido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), conhecido na literatura como modelo CCR pressupõe a presença de retornos constantes de escala, cuja existência, de acordo com a microeconomia, é mais freqüente quando são considerados prazos mais longos. O conjunto de DMU adotado possui a mesma utilização de entradas insumos e produtos, variando apenas em intensidade, caracteriza-se também por ser homogêneo e trabalhando nas mesmas condições de mercado (ANGULO-MEZA, 1998), além de possuir autonomia no processo decisório.

A escolha das variáveis de entrada e saída foi realizada a partir de uma listagem de possibilidades de variáveis ligadas ao modelo. Desta forma foram selecionadas como entradas (*inputs*) os recursos gastos com materiais diretos, material odontológico (I1) e total de gastos indiretos no período (I2). Foram selecionadas como produtos (*outputs*), as variáveis representadas por serviços faturados (O1), expressos em moeda e quantidade de pacientes efetivamente tratados (O2), que receberam alta no período mencionado.

De posse das informações supracitadas, serão formulados os problemas de programação linear (PPL) para cada DMU, que serão processados através do programa denominado de sistema integrado de apoio à decisão (SIAD), com a finalidade de rodar a modelagem DEA.

A modelagem será alimentada por duas situações distintas. Na primeira, considerando apenas como único produto a receita faturada de serviços e na segunda, considerando somente o total de pacientes atendidos efetivamente. Assim, obter-se-á uma avaliação de eficiência relativa entre as DMU sob a ótica da relação entre custos praticados e receita faturada e posteriormente entre custos praticados e pacientes atendidos.

Certamente serão definidas fronteiras de eficiência em ambos os cenários, o que poderá ser útil na comparação desses resultados como instrumento na tomada de decisão.



#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Esta pesquisa foi realizada a partir de dados obtidos junto à controladoria da Odontoclínica Central do Exército, através de valores contabilizados em seus centros de custos no exercício financeiro de 2005.

A Odontoclínica Central do Exército (OCEx) é a primeira e única Organização Militar de Saúde do Exército voltada exclusivamente para o atendimento odontológico, sendo também um centro de pós-graduação na área odontológica destinada à civis e militares, que valoriza sobremaneira a Odontologia junto ao serviço de saúde do Exército.

Inaugurada em 1996, a OCEx atende em média 12.000 usuários/mês, atingindo um público-alvo de 250.000 usuários. É dotada de uma força de trabalho de 95 (noventa e cinco) oficiais dentistas das mais diversas especialidades.

Neste trabalho foram considerados os valores de custos totais, de natureza direta e indireta, extraídos da controladoria da OCEx, como dados relativos a entradas ou insumos (*inputs*) e valores de receita faturada e número total de pacientes atendidos como dados relativos às saídas ou produtos (*outputs*), conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1** - Dados relativos a insumos e produtos referentes ao exercício de 2005(OCEx)

Unidades de Decisão de Negócios (DMUS) - clínicas	Consumo de custos/despesas diretos (CD) em moeda(R\$)	Custos/despesas indiretos (CI) relevantes em moeda (R\$)	Receita de Serviço Faturada em moeda (R\$)	Número de pacientes atendidos
1. Semiologia e adequação	156.550,73	10.094,22	305.751,31	6.198
2. Odontologia Social	136.810,87	7.940,10	171.495,12	3.024
3. Dentista restauradora	207.561,64	6.996,81	260.439,20	3.863
4. Endodontia	171.795,37	7.020,10	215.348,88	3.376
5. Integrada	122.543,45	8.123,00	153.610,63	5.112
6. Implantodontia	173.554,36	12.322,50	217.553,81	4.162
7. Prótese	251.145,67	8.594,20	314.816,05	4.283
8. Odontoterapia	168.668,26	8.098,95	200.404,30	4.239
9. Ortodontia	162.023,16	9.196,75	203.099,23	6.019
10. Cirurgia	159.873,27	8.585,90	211.428,99	3.945
11. Periodontia	243.914,27	7.209,70	195.982,88	3.988

Foram selecionadas 11(onze) DMU (*Decision Making Unit*) integrantes da OCEx,. Organização Militar esta que é administrada por uma Unidade Gestora que por sua vez, se subordina aos pressupostos legais da administração pública federal, portanto, toda a demanda de bens e serviços dessa entidade é atendida mediante o processo de realização de despesa, através de mecanismos licitatórios.

Dessa forma, o reconhecimento da despesa no exercício financeiro é tratado sob o regime de caixa, o que explica por exemplo, no caso da DMU 11, um aparente resultado deficitário.

De acordo com as características da Organização, pode-se perceber que indicadores de menor magnitude poderiam trazer maiores vantagens, assim como indicadores de maior magnitude também poderiam redundar em alavancagem de resultado. Ou seja, uma tendência no sentido de redução de gastos (custos diretos e indiretos), objetivando produzir (receita e número de atendimentos) mais e melhor.

Foram criadas duas situações para fins de análise. Inicialmente, contrapondo-se custos diretos (input 01) e custos indiretos (input 02) com o total de pacientes atendidos (output 02) como demonstra o Quadro 2. Em seguida, contrapondo-se os mesmos inputs com a receita faturada (output 01), conforme o Quadro 3.

**Quadro 2** – Custos/despesas e pacientes no Modelo DEA proposto

DMUs	Input 1	Input 2	Output 2
DMU 1	156.550.730	10.094.220	6.198
DMU 2	136.810.870	7.940.100	3.024
DMU 3	207.561.640	6.996.810	3.863
DMU 4	171.795.370	7.020.100	3.376
DMU 5	122.543.450	8.123.000	5.112
DMU 6	173.554.360	12.322.500	4.162
DMU 7	251.145.670	8.594.200	4.283
DMU 8	168.668.260	8.098.950	4.239
DMU 9	162.023.160	9.196.750	6.019
DMU 10	159.873.270	8.585.900	3.945
DMU 11	243.914.270	7.209.700	3.988

**Quadro 3** – Custos/despesas e receita faturada no Modelo DEA proposto

DMUs	Input 1	Input 2	Output 1
DMU 1	156.550.730	10.094.220	305.751.310
DMU 2	136.810.870	7.940.100	171.495.120
DMU 3	207.561.640	6.996.810	260.439.200
DMU 4	171.795.370	7.020.100	215.348.880
DMU 5	122.543.450	8.123.000	153.610.630
DMU 6	173.554.360	12.322.500	217.553.810
DMU 7	251.145.670	8.594.200	314.816.050
DMU 8	168.668.260	8.098.950	200.404.300
DMU 9	162.023.160	9.196.750	203.099.230
DMU 10	159.873.270	8.585.900	211.428.990
DMU 11	243.914.270	7.209.700	195.982.880

Os referidos dados foram rodados no software para aplicação de DEA denominado de SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão).

Os referidos resultados foram obtidos com a utilização do modelo CCR seguindo a orientação input.

Inicialmente serão analisados os resultados registrados no Quadro 4, onde são considerados os índices de performance quando se contrapõem custos (valores de natureza financeira) e número de pacientes (valores de natureza não financeira).

Nesta análise percebe-se que somente as DMU 5 e 9 obtiveram desempenho máximo, ou seja, iguais a 100. Essas DMU representam as clínicas Integrada e Ortodontia. Uma análise complementar demonstra que as demais são tecnicamente ineficientes, considerando-se essas variáveis. A DMU 1 (Semiologia e Adequação) se aproximou da eficiência relativa máxima, e as DMUs 2 (Odontologia social), 6 (Implantodontia), e 10 (Cirurgia), apresentaram os índices mais distantes relativos ao padrão considerado como eficiente.

**Quadro 4 - Índices de Performance**

DMU	Índice de performance / Referente ao Quadro 2	Índice de performance / Referente ao Quadro 3
DMU 1	96,92	100
DMU 2	58,53	69,37
DMU 3	84,59	100
DMU 4	73,48	88,45
DMU 5	100	64,18
DMU 6	57,48	64,18
DMU 7	76,14	93,98
DMU 8	79,97	75,22
DMU 9	100	70,50
DMU 10	70,20	77,40
DMU 11	84,51	73,02

No sistema utilizado, a ponderação das variáveis é atribuída pelo próprio SIAD conforme discriminado no Quadro 5 e 7. Isto posto, observa-se que os pesos de valor zero são atribuídos àquelas DMUs, cuja a variável ponderada, se aproxima sobremaneira do maior valor e, o sistema dessa forma, procura minimizar o peso através de uma ponderação próxima ou igual a zero. Nesse caso o próprio sistema oferece um mecanismo de inversão de dados de input/output, que ao compilar esses dados dessa, evita a anulação de valores cujo peso recebeu valor igual a zero.

**Quadro 5 – Pesos atribuídos às variáveis através do SIAD**

DMU	Peso Input 1	Peso Input 2	Peso Output 2
DMU 1	0,00000155	0,00007498	0,00015637
DMU 2	0,00000192	0,00009281	0,00019357
DMU 3	0	0,00014292	0,00021838
DMU 4	0	0,00014245	0,00021765
DMU 5	0,00000816	0	0,00019562
DMU 6	0,00000576	0	0,00013812
DMU 7	0	0,00011636	0,00017779
DMU 8	0	0,00012347	0,00018866
DMU 9	0,00000165	0,00007966	0,00016614
DMU 10	0	0,00011647	0,00017796
DMU 11	0	0,0001387	0,00021193

**Quadro 6 – Análise da otimização de performance por DMU – SIAD**

DMU 1(eficiência: 96,92)			
Variável	Atual	Alvo	Redução percentual
Input 1	156.550,73	151.729,39	3,07 %
Input 2	10.094,22	9.783,35	3,07 %
Output 2	6.198,00	6.198,00	
DMU 2(eficiência: 58,53)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	136.810,87	80.083,93	41,46 %
Input 2	7.940,10	4.647,84	41,46 %
Output 2	3.024,00	3.024,00	
DMU 3(eficiência: 84,35)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	207.561,64	103.986,62	49,90 %
Input 2	6.996,81	5.902,48	15,64 %
Output 2	3.863,00	3.863,00	
DMU 4(eficiência: 73,48)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	171.795,37	90.877,25	47,10 %
Input 2	7.020,10	5.158,37	26,51 %
Output 2	3.376,00	3.376,00	
DMU 5(eficiência:100)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	122.543,45	122.543,45	-
Input 2	8.123,00	8.123,00	-
Output 2	5.112,00	5.112,00	
DMU 6(eficiência: 57,48)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	173.554,36	99.770,31	42,51 %
Input 2	12.322,50	6.613,44	46,33 %
Output 2	4.162,00	4.162,00	
DMU 7(eficiência: 76,14)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	251.145,67	115.292,44	54,09 %
Input 2	8.594,20	6.544,22	23,85 %
Output 2	4.283,00	4.283,00	
DMU 8(eficiência: 79,97)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	168.668,26	114.108,02	32,35 %
Input 2	8.098,95	6.476,99	20,03 %
Output 2	4.239,00	4.239,00	
DMU 9(eficiência:100)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	162.023,16	162.023,16	-
Input 2	9.196,75	9.196,75	-
Output 2	6.019,00	6.019,00	
DMU 10(eficiência:70,20)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	159.873,27	106.193,95	33,57 %
Input 2	8.585,90	6.027,78	29,79 %
Output 2	3.945,00	3.945,00	
DMU 11(eficiência: 84,51)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	243.914,27	107.351,45	55,98 %
Input 2	7.209,70	6.093,48	15,48 %
Output 2	3.988,00	3.988,00	

### Quadro 07 – Pesos atribuídos às variáveis através do SIAD

DMU	Peso Input 1	Peso Input 2	Peso Output 1
DMU 1	0,00000639	0	0,00000327
DMU 2	0,00000198	0,00009181	0,00000405
DMU 3	0,00000188	0,00008714	0,00000384
DMU 4	0,00000201	0,00009322	0,00000411
DMU 5	0,00000816	0	0,00000418
DMU 6	0,00000576	0	0,00000295
DMU 7	0,00000154	0,00007136	0,00000314
DMU 8	0,00000184	0,00008519	0,00000375
DMU 9	0,0000017	0,00007878	0,00000347
DMU 10	0,00000179	0,00008308	0,00000366
DMU 11	0	0,0001387	0,00000373

Com essa configuração de dados, o sistema oferece valores, objetos de análise, no sentido de verificar como as unidades ineficientes tornar-se-iam eficientes, determinando inclusive a magnitude da melhoria dessa performance, seja uma variável financeira ou não financeira. Ou melhor, de que forma a unidade ineficiente atingiria o índice de performance igual a 100, em cada variável considerada.

Sobretudo, o Quadro 6 apresenta esses dados por DMU, onde se pode constatar que para cada variável da DMU em questão, dois valores distintos são discriminados. O valor atual registrado, que representa o valor histórico da variável. O valor alvo, ou seja, o valor que deverá ser alcançado para se atingir o índice de eficiência relativa igual a 100.

O trabalho analítico complementar mostra que as DMU 5 e 9, consideradas eficientes, apresentaram valores atuais e alvos exatamente iguais por constituírem padrões de referência para fins de eficiência relativa. As demais DMU apresentaram valores distintos, pois essas diferenças representam a magnitude de melhoria que devem sofrer para se atingir o índice de 100.

Em termos percentuais, pode-se demonstrar a redução percentual de gastos, considerando a relação estabelecida entre o valor que a unidade deve operar (alvo) e o valor em que ela opera (atual), que é apresentada no Quadro 6, no tocante aos custos diretos (input1) e custos indiretos (input2).

No segundo cenário criado, foram relacionados os custos diretos e indiretos(inputs) com os valores de receita faturada (output), que após processados no SIAD constaram os dados apresentados no Quadro 8.

Dessa forma se conclui que as DMU 1 e 3 foram consideradas eficientes, conforme pesos atribuídos através do sistema (Quadro 8), e conseqüentemente atingiram índices de performance igual a 100. As demais unidades foram consideradas ineficientes. A DMU 7 se aproximou bastante do índice de performance padrão (98,98%), enquanto que as DMU 2, 5, e 6, foram as que mais se afastaram do referido índice.

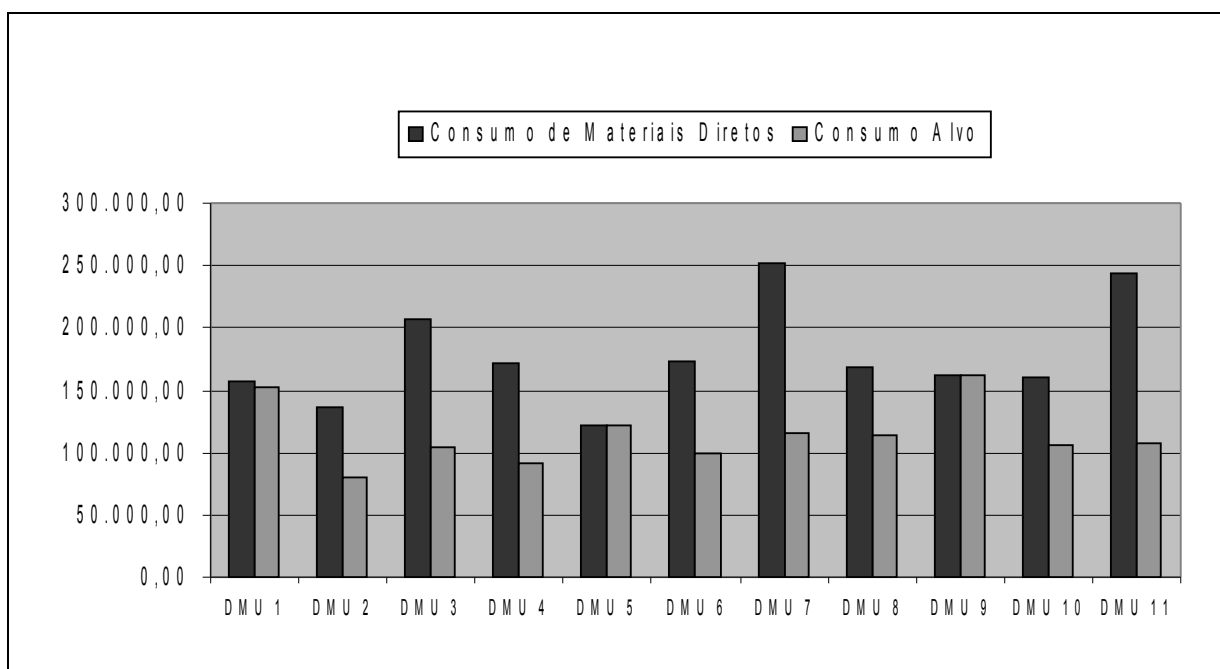
De acordo com os dados do Quadro 8, observa-se que em todas as unidades ineficientes há uma diferença entre valores praticados de inputs e valores a serem atingidos, onde se conclui sobre a magnitude de gastos que devem ser reduzidos em cada variável, a fim de se maximizar a eficiência.

**Quadro 08 – Análise da otimização de performance por DMU – SIAD**

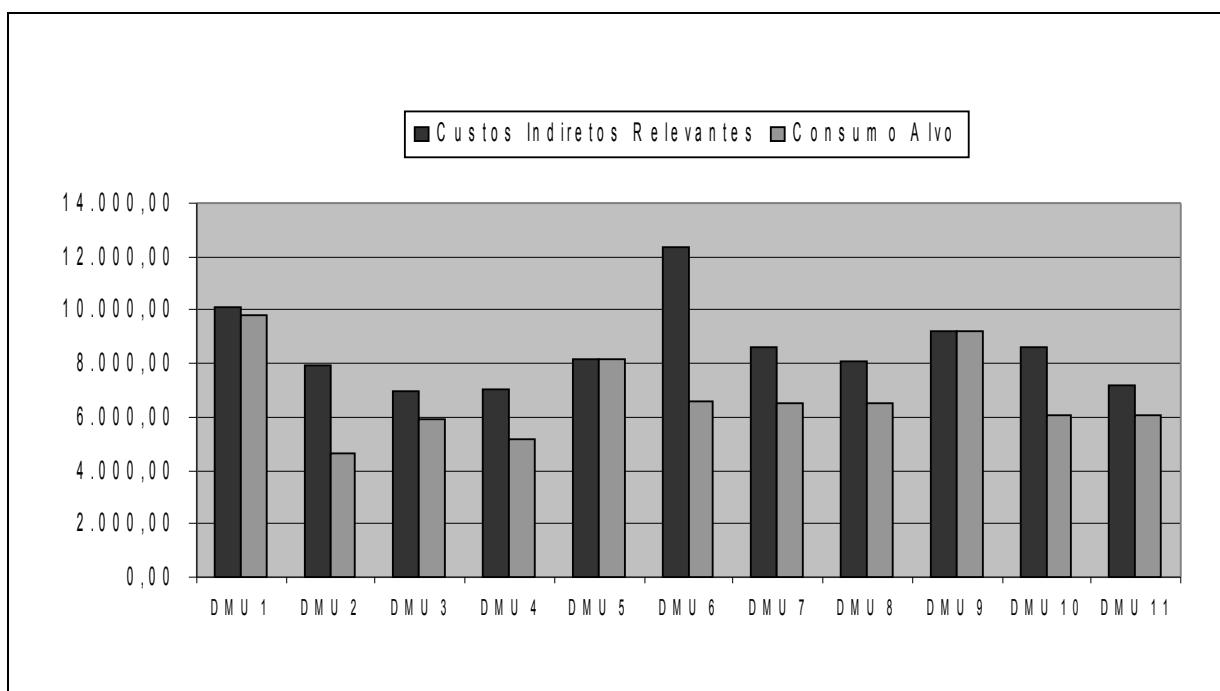
DMU 1 (eficiência:100)			
Variável	Atual	Alvo	Redução percentual
Input 1	156.550,73	156.550,73	-
Input 2	10.094,22	10.094,22	-
Output 1	305.751,31	305.751,31	
DMU 2 (eficiência:69,37)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	136.810,87	94.913,60	30,62 %
Input 2	7.940,10	5.508,51	30,62 %
Output 1	171.495,12	171.495,12	
DMU 3 (eficiência:100)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	207.561,64	207.561,64	-
Input 2	6.996,81	6.996,81	-
Output 1	260.439,20	260.439,20	
DMU 4 (eficiência:88,45)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	171.795,37	151.964,18	11,54 %
Input 2	7.020,10	6.209,74	11,54 %
Output 1	215.348,88	215.348,88	
DMU 5 (eficiência:64,18)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	122.543,45	78.651,69	35,81 %
Input 2	8.123,00	5.071,37	37,56 %
Output 1	153.610,63	153.610,63	
DMU 6 (eficiência:64,18)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	173.554,36	111.391,86	35,81 %
Input 2	12.322,50	7.182,43	41,57 %
Output 1	217.553,81	217.553,81	
DMU 7 (eficiência:98,98)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	251.145,67	248.603,13	1,01 %
Input 2	8.594,20	8.507,19	1,01 %
Output 1	314.816,05	314.816,05	
DMU 8 (eficiência:75,22)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	168.668,26	126.881,82	24,77 %
Input 2	8.098,95	6.092,49	24,77 %
Output 1	200.404,30	200.404,30	
DMU 9 (eficiência:70,50)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	162.023,16	114.234,35	29,49 %
Input 2	9.196,75	6.484,16	29,49 %
Output 1	203.099,23	203.099,23	
DMU 10 (eficiência:77,40)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	159.873,27	123.749,19	22,59 %
Input 2	8.585,90	6.645,88	22,59 %
Output 1	211.428,99	211.428,99	
DMU 11 (eficiência:73,02)			
Variável	Atual	Alvo	
Input 1	243.914,27	156.192,03	35,96 %
Input 2	7.209,70	5.265,16	26,97 %
Output 1	195.982,88	195.982,88	

Estabelecendo-se uma relação entre os valores que deveriam ser praticados e aqueles efetivamente praticados, no tocante aos custos, visando a geração da receita considerada, pode-se observar no Figura 1, os valores relativos às reduções percentuais em termos de custos para cada variável.

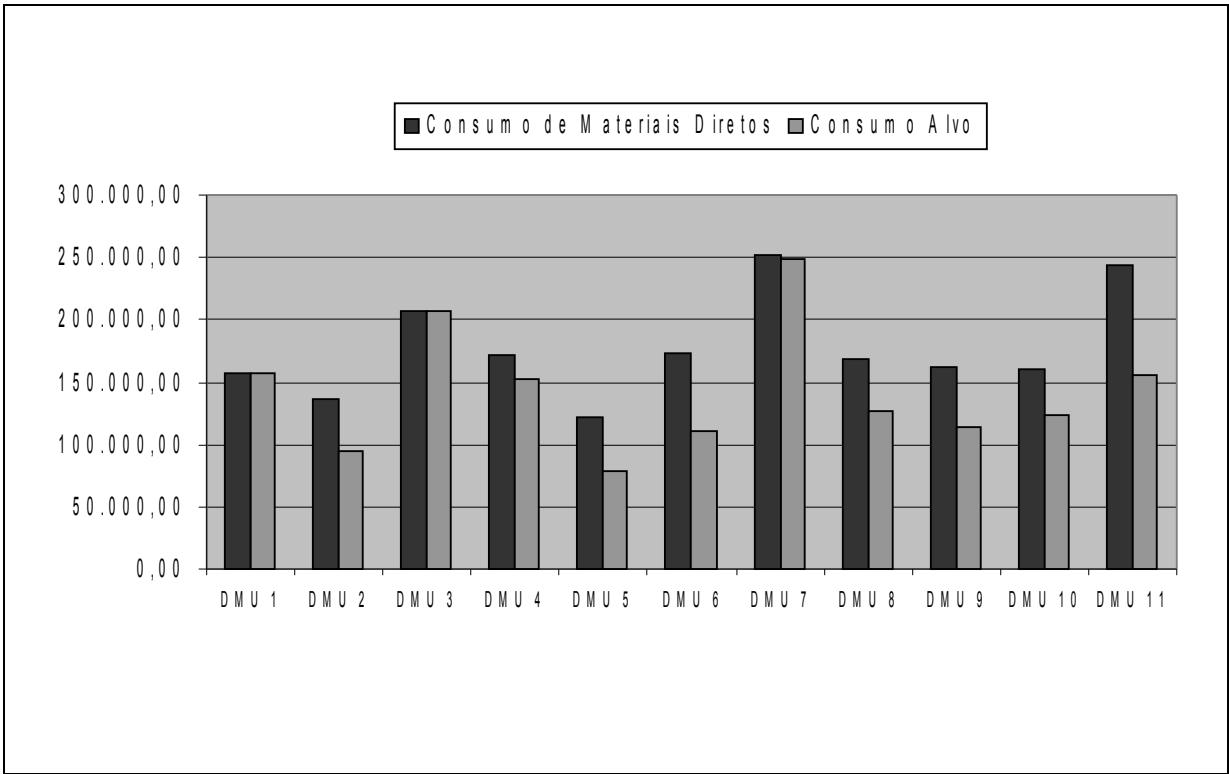
Analisando as duas situações, constata-se que os maiores índices de ineficiência se concentram em torno das DMU 2 e 6, enquanto que pode-se observar índices satisfatórios de eficiência nas DMU 1, 3, 5 e 9.



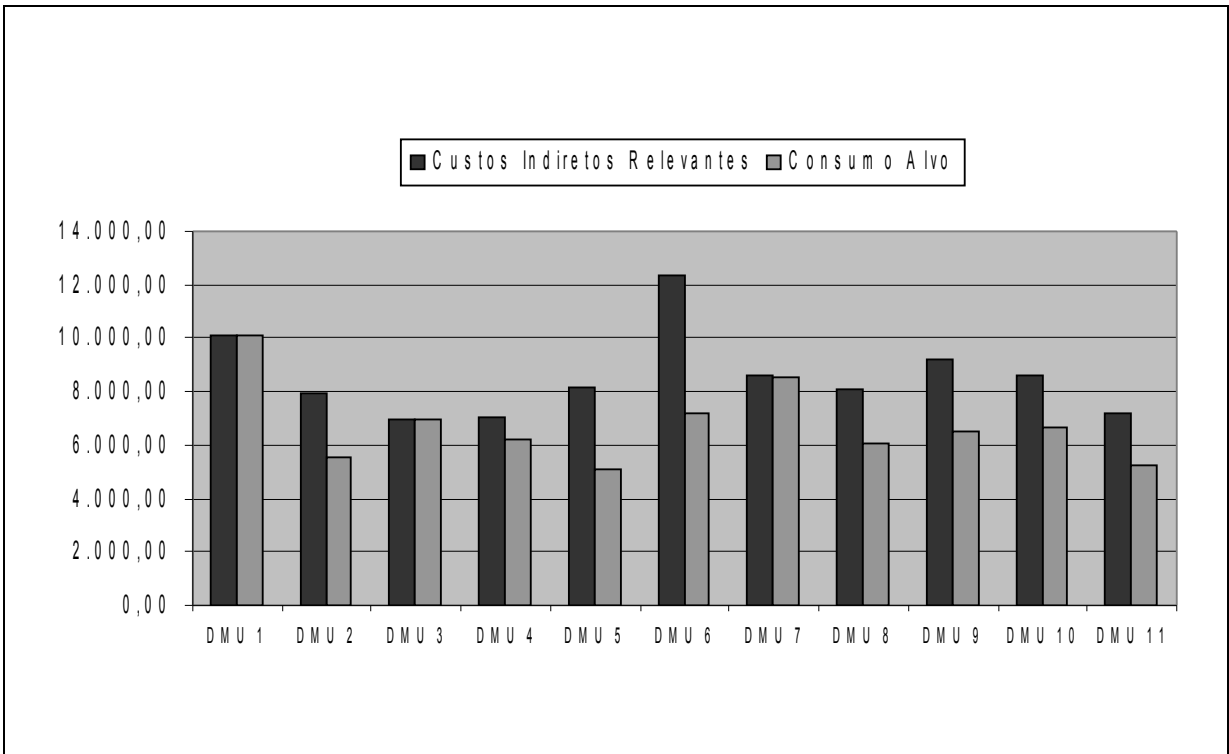
**Figura 1** - Dados relativos ao consumo de materiais diretos (input1) x pacientes (output2)



**Figura 2** - Dados relativos aos custos indiretos relevantes (input2) x pacientes (output2)



**Figura 3** - Dados relativos ao consumo de materiais diretos (input1) x receitas faturadas (output1)



**Figura 4** - Dados relativos aos custos indiretos relevantes (input2) x receitas faturadas (output1)



Ficou demonstrado nos Quadros 6 e 8 que a DMU 1 se manteve com alto índice de performance. É importante ressaltar que sob a ótica do produto-paciente, as DMU 2 e 6 apresentaram os maiores índices de ineficiências, com essas magnitudes representadas no Quadro 6. Em relação ao produto-receita faturada pode-se notar que as DMU 2, 5 e 6 apresentaram níveis de ineficiências relevantes(Quadro 8).

De acordo com os dados obtidos, o total de custos diretos (input 1) consumidos no exercício de 2005 na OCEX foi de R\$ 1.954.440,70, enquanto que o total de custos indiretos (input 2) contabilizados foi de R\$ 94.182,23. Isto sugere que, de cada R\$ 10,00 (dez reais) consumidos na organização, R\$ 9,54 (nove reais e cinquenta e quatro centavos) se devem aos custos diretos ou variáveis, valores esses que afetam diretamente a margem de contribuição total.

No tocante ao produto paciente o valor total de alvo para custos diretos foi de R\$ 1.253.959,80 o que implicaria em uma redução de 35,84 % nos gastos para que todas as unidades atingissem a eficiência. Este mesmo percentual representaria o valor de R\$ 700.481,00, o adicional de margem de contribuição total, no período considerado.

No tocante ao produto receita o valor total de alvo para custos diretos foi de R\$ 1.570.694,00 o que implicaria em uma redução de 19,63 % nos gastos para que todas as unidades atingissem a eficiência. Este mesmo percentual representaria o valor de R\$ 383.746,70, o adicional de margem de contribuição total, no período considerado.

É pertinente observar que as DMU 2 e 6 à luz da metodologia aplicada se revelaram como de maiores índices de ineficiência sob a ótica de ambos os produtos, e totalizam o valor de R\$ 310.365,23 em custos diretos consumidos, representando 15,88% de todo o gasto no período.

Contudo, nesta análise pode-se observar que apenas as DMU 5 (Integrada) e 9 (Ortodontia), considerando o output-paciente, obtiveram o desempenho máximo, ou seja, eficiência igual a 100. Em se tratando do output-receita, somente as DMU 1 (semiologia e adequação) e 3 (dentista restauradora), obtiveram o desempenho máximo. As outras clínicas obtiveram problemas com indicadores, em comparação com os resultados das demais clínicas analisadas, atingindo níveis diferentes de 100.

Como análise complementar de desempenho, foi verificado qual a magnitude de melhoria de performance para que as clínicas buscassem em cada indicador o índice de 100. As figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam graficamente esses valores relativos às duas situações selecionadas. Esse instrumento pode ser tomado por base para o traçado de políticas de melhoria que conduzirão a OCEX a um melhor desempenho.

A escolha das variáveis (gastos diretos, gastos indiretos, receita e pacientes atendidos) demonstrou e reforçou a condição que a modelagem DEA oferece, no sentido de dispensar a conversão para uma única unidade de medida, já que se trabalhou com grandezas financeiras e grandezas não financeiras, permitindo que houvesse uma comparação output/input entre as clínicas e com isso, revelando aspectos determinantes para o posicionamento da administração da OCEX.

A orientação input atribuída ao modelo utilizado, se deveu ao fato de se buscar uma redução de inputs (gastos) para se manter os níveis atuais de output (pacientes e receitas), sugerindo à organização uma estratégia de redução de custos. A determinação dos níveis máximos de eficiência surgiu a partir da comparação com as clínicas eficientes (*benchmarks*), ou melhor, considerando as clínicas que melhor combinação de outputs e inputs apresentaram.

Finalmente, de acordo com os dados colhidos e analisados pode-se assegurar que à luz da metodologia aplicada, análise envoltória de dados, a DMU 1 obteve os melhores resultados.

## 5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo foi evidenciada a utilização da metodologia DEA, aplicada em organização militar de saúde de natureza odontológica (OCEX). No decorrer do trabalho observou-se que foi possível avaliar o desempenho de onze unidades sob a ótica da relação entre insumos (gastos) e produtos (receita faturada e pacientes atendidos), demonstrando-se com isso, que considerar grandezas de natureza não financeira e financeira nesta avaliação torna-se pertinente e factível. A identificação de unidades eficientes e ineficientes de forma relativa foi objetiva e a metodologia permitiu a definição da magnitude dessas eficiências ou ineficiências.

Esse apanhado de dados foi objeto de comparação entre as clínicas, sob o foco do produto-receita e do produto-paciente, levando-se em consideração a orientação input e portanto, buscando o caminho da redução dos referidos insumos nas diversas situações.

O trabalho sugere uma profunda análise da gestão de atividades e processos que certamente promoverão alternativas para possíveis revisões nos métodos de apropriação dos custos e daí, com repercussão imediata sobre os números.

A aplicação da modelagem DEA na OCEX poderá permitir à administração da organização definir comportamentos futuros frente aos dois produtos selecionados, receita faturada e número de pacientes atendidos.

Utilizando produtos medidos em unidades distintas, o emprego da metodologia foi fortalecido pois, o processo decisório foi atendido mediante uma técnica de característica multicritério.

A própria orientação input aplicada ao modelo redundou em apresentar as DMU eficientes (*benchmarks*) como base de comparação às ineficientes, revelando a magnitude das ineficiências daquelas clínicas e, indicando onde e em quanto reduzir os gastos.

A primeira combinação estabelecida de output/input, ou seja, gastos e pacientes, revelou através da modelagem, somente duas clínicas eficientes, e as outras nove se apresentaram como ineficientes. Sob essa ótica algumas reflexões podem servir de ponto de partida no processo de tomada de decisão, quando se pensar em atendimento de forma quantitativa impactando com os gastos incorridos nas clínicas.

Da mesma forma, na segunda combinação, gastos e receitas, a modelagem apresentou duas outras clínicas com máxima eficiência, traduzindo em valores as ineficiências das demais clínicas e permitindo a apreciação de mais uma ferramenta gerencial, no momento em que o ordenador de despesa necessite conhecer e decidir sobre a alocação de recursos financeiros, que normalmente são escassos e que devem ser cuidadosamente orçados e aplicados.

Os trabalhos e pesquisas citados anteriormente nesse estudo mostraram que são inúmeros os casos de aplicação da metodologia DEA, inclusive nos setores médico e odontológico, com orientações e combinações output/input diversas, sem preocupação de conversão em padrão comum de unidade de mensuração, o que revela um forte diferencial, dentre as metodologias tradicionais de análise de desempenho, da análise envoltória de dados.

Em termos de futuras produções de natureza científica, este trabalho poderá constituir base de novas pesquisas no âmbito do Exército, tanto nas organizações de cunho administrativo quanto em organizações de cunho operacional.

A metodologia DEA pode ser aplicada com sucesso em organizações militares com missões e características similares, que poderão constituir objeto de análise da eficiência relativa, no campo operacional e nas esferas administrativas, gerando informações gerenciais através da combinação de variáveis de insumos e produtos, apoiando-se em unidades consideradas como benchmarks, na busca da otimização de resultados, por meio da análise de seus indicadores.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAO, Y.. **Desdobramento das diretrizes para o sucesso do TQM**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- ANGULO-MEZA, L..**Data envelopment analysis na determinação da eficiência dos programas de pós-graduação da COPPE/UFRJ**. 1998. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BALANCED SCORECARD COLLABORATIVE. **Building the balanced scorecard: curso de capacitação na construção e implementação do balanced scorecard**. Manual do participante. São Paulo: Symnetics Business Transformation, 2001.
- BANDIN, N. T. **Avaliação da produtividade de supermercados e seu benchmarking**. Florianópolis, Outubro de 1995. PPGEP – UFSC. Tese de Mestrado – Consultada no dia 30/05/06 às 13:05 hs no site:<http://www.eps.ufrsc.br/disserta98/neiva>.
- BANKER, R.D.; COOPER, W.W.. **Some models for estimating technical scale inefficiencies in data envelopment analysis**. Management Science, v. 30, n. 9, p. 1078-1092, 1984.
- BITITCI, U.S. **Integrated performance measurement systems**. International Journal of Operations & Production Management. v. 17, n. 5, p.522-534, 1997.
- BITITCI, U.S. **Measuring the integrity of your business**. Management decision. v.33, n.7, p. 10-18.1995 b.
- BROWN T.J., CHURCHILL G.A., PETER J.P.. **Improving the measurement of service quality**. J Reatailing 69, 127-139 (Spring). 1993.
- BRONSON, R. **Pesquisa operacional**. Tradução por Bernado Severo da Silva Filho, Othon Guilherme Pinto Bravo – Universidade Gama Filho.Rio de Janeiro: 1985.
- BUENO, R..**Eficiência técnica e gestão de hospitais públicos do Estado de São Paulo**. EAESP. São Paulo, 2003.
- COELLI, T.; RAO.; D.S.P.; BATTESE, G.E. **An introduction to efficiency and productivity analysis**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- COWLEY, M.; DOMB, E..**Beyond strategic vision: effective corporate action with hoshin planning**. Newton: Butterworth-Heinemann, 1997.
- CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. **Measuring the efficiency of decision-making units**. European Journal of operational Research, v. 2, p. 429-444, 1978.
- DALKEY, N.C. DELPHI. In M ARTINO, J.P. **An introduction to technological forecasting**. New York: Gordon and Breach, 1972.
- ECCLES, R.; PYBURN, P.J. **Creating a comprehensive system to measure performance**. Management Accounting, v.74, n.4, p.41-44, 1992.

FARREL, M.J.. **The measurement of productive efficiency**. Journal of the Royal Statistic Society, series A, part 3, p. 253-290, 1957.

FITZSIMMONS, James A.; FITZSIMMONS, Mona J. **A administração de serviços**. 2. edição. Porto Alegre: Bookman, 2000.

FONTES, S.V e MACEDO, M.A.S. **Desempenho organizacional: uma avaliação através da técnica de análise envoltória de dados baseada em índices financeiros**. Anais do XXVII ENANPAD. Atibaia: ANPAD, 2003.

FPNQ – Fundação para o prêmio nacional da qualidade. **Planejamento do sistema de medição do desempenho global** – Relatório do comitê temático. 2001.

GOLDBARG, M.C. & LUNA, H.PL.. **Otimização e programação linear – modelos e algoritmos**. São Paulo: Campus, 2000.

GOLANY, B.; ROLL, Y.. **Na application procedure for DEA**. Omega International Journal of Management Science. V.17, n.3, pp.237-250, 1989.

GOMES, E.G.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. & LINS, M.P.E..**Modelos DEA com soma de outputs constante**. XXXIII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, São Paulo, 2001.

HUNGER, J.D. e WHEELLEN, T.L.. **Gestão estratégica**. Rio de Janeiro: R&A Editores, 2002.

IPP – Instituto Pereira Passos, Diretoria de Informações Geográficas. **Avaliando a eficiência dos hospitais gerais do SUS, através da metodologia da análise envoltória de dados – DEA**. Rio de Janeiro: Rio Estudos, 2002.

JURAN, J.M.. **Controle da qualidade handbook**. Vol. I. São Paulo: Makron Books, 1991.

KAPLAN, Robert S., NORTON, David P. **The balanced scorecard – measures that drive performance**. *Harvard Business Review*, Boston, v.70, n.1, p.71-79, 1992.

KAPLAN, Robert S., NORTON, David P. **A estratégia em ação: balanced scorecard**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

KAPLAN, Robert S., NORTON, David P. **Organização orientada para a estratégia: como as empresas que adotam o balanced scorecard prosperam no novo ambiente de negócios**. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

KEENEY, R.L. & RAIFFA, H. (1976). **Decision with multiple objectives: preferences and value trade-offs**. John Wiley & Sons, New York.

KOTLER, Philip. **Marketing para o século XXI: como criar e dominar mercados**. 14. ed. São Paulo: Futura, 1994.

LINS, M.; GONÇALVES, A.; GOMES, E.; SILVA, A. **Avaliação de desempenho do programa de saúde bucal da prefeitura da cidade do Rio de Janeiro**. UFRJ. Rio de Janeiro, 2002.

LINS, M.P.E. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no ambiente de Apoio à Decisão.** Rio de Janeiro: Editora da COPPE/UFRJ, 2000.

LÓPEZ, R.F; GÓMEZ, B.M; PÉREZ, A.R.. **Estúdio de la eficiência em la gestión de recursos de las empresas constructoras de Castilla y León: propuesta de aplicación del análisis DEA.** Leon. Espana, 2003.

MACEDO, M. A. S. e MACEDO, H. D. R.. **Avaliação de performance financeira através da análise envoltória de dados: um estudo de caso em unidades de negócio.** Anais do XXXVIII CLADEA. Lima, Peru: CLADEA, 2003.

MACEDO, M.A.S. e SILVA, F.F. **Análise de desempenho organizacional: propondo uma modelagem utilizando indicadores financeiros e não financeiro na avaliação de performance empresarial.** Alcance, UNIVALI, v.12, nº.2, p 211-231, 2005.

MACHADO, M. R., MACHADO, M. A. V., CELESTINO, M., PAULO, E. e LOPES, J. E. G.. **Avaliação de resultado e desempenho: um estudo comparativo entre balanced scorecard e GECON.** Anais do VIII Congresso Del Instituto Internacional de Custos. Punta del Leste, Uruguai: IIC, 2003.

MARINHO, A.. **Hospitais universitários: indicadores de utilização e análise de eficiência.** Revista de Economia Aplicada, São Paulo, v. 6 n. 3, p. 607-638, 2002.

MARINHO, A.. **Estudo da eficiência em alguns hospitais públicos e privados com a geração de rankings.** Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, 2001.

MARINHO, A.. **Avaliação da eficiência técnica nos serviços de saúde dos municípios do Estado do Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 515-534, 2003.

MARTINS, R.A.. **Sistemas de medição de desempenho: um modelo para estruturação do uso.** Tese (Doutorado) – Escola Politécnica. São Paulo. Universidade de São Paulo. São Paulo: 1999.

MEYES, C.. **How the right measures help teams excel.** Harvard Business Review. v 72. no. 3. Mai-Jun. pp 95-63; 1994.

MORGAN, D.L. **Focus group as qualitative research.** Beverly Hills:. SAGE Publications, 1988.

NEELY, A; ADAMS, C. e KENNERLEY, M. **The performance prism: the scorecard for measuring and managing business success.** London: Prentice Hall Financial times, 2002.

NEELY, A.; GREGORY, M. e PLATTS, K.. **Performance measurement system design.** International Journal of Operations & Production Management. v.15, n4, p.80-116, 1995.

NEELY, A.. **Measuring business performance.** London: the economist/profile books, 1998.

NOBLE, J.S.. **An integrated dynamic performance measurement system for improving manufacturing competitiveness.** International Journal of production economics. n.48, p.207-225, 1997.

O'MARA, C.E.. **Performance measurement and strategic change**. *Managing Service Quality*. v.8, n.3, p.179-182, 1998.

PARASURAMAN, A., ZEITHAML, V. A. e BERRY, L.L. **A Conceptual model of service quality and its implications for future research**. *Journal of Marketing*, 49, 41-50,1985.

PEREIRA, M.. **Mensuramento de eficiência multidimensional utilizando análise de envelopamento de dados: revisão da teoria e aplicações**. Florianópolis, 1995. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Mestrado – Consultada no dia 26/04/06 às 13:40 no site:<http://www.eps.ufrsc.br/disserta/farid>.

PROITE, A.; SOUSA, M.. **Eficiência técnica, economias de escala, estrutura da propriedade e tipo de gestão no sistema hospitalar brasileiro**. Universidade de Brasília – Distrito Federal, 2004.

ROSSI, C.A.V; SLONG, L.A.. **Customer satisfaction measurement: a brazilian experience in the sector of communications**. In: FRONTIERS IN SERVICES CONFERENCE 1995 Nashville. Nashville: 1998.

SANT'ANNA, A.P., OLIVEIRA, C.A., LINS, M.P.E. **Análise da produtividade do setor odontológico do sistema de saúde da marinha** .In: XV SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, Águas de Lindóia, 2001.

SARKIS, J.; TALLURI, S.. **Efficiency measurement of hospitals: issues and extensions**. *International Journal of Operation e Production Management*. Vol 22, n.3, pp.306-313, USA, 2002.

SIAD – **Sistema integrado de apoio à decisão**. Disponível em [www.uff.br/decisão](http://www.uff.br/decisão) e acessado em 10/06/2006.

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A. e JOHNSTON, R. **Administração de Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

VERGARA, S..**Projetos e relatórios de pesquisas de administração**.5.ed, São Paulo, Atlas, 2004.

YEH, Q. **The application of data envelopment analysis in conjunction with financial ratios for bank performance evaluation**. *J.Opl. Res.*47, pp.980-988,1996.

ZHU, J . **Multi-factor performance measure model with application to Fortune 500 companies**. *European Journal of Operational Research*. n. 123, págs 105-124, 2000.