

Análise da Eficiência utilizando a Metodologia DEA em Organização Militar de Saúde: o Caso da Odontoclínica Central do Exército

Marlone Wilson Souza

Mestre em Gestão e Estratégia em Negócios – PPGEN/UFRuralRJ
Rod. BR 465, Km 07 – ICHS/DCAC – Seropédica – RJ – 23890-000
marlone@bol.com.br

Marcelo Alvaro da Silva Macedo

Doutor em Engenharia de Produção – COPPE/UFRJ
Professor Adjunto
Mestrado em Gestão e Estratégia em Negócios – PPGEN/UFRuralRJ
Rod. BR 465, Km 07 – ICHS/DCAC – Seropédica – RJ – 23890-000
malvaro.ufrj@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa configura-se em um estudo sobre avaliação de desempenho, considerando especificamente a análise da eficiência, através da utilização do modelo denominado DEA (*Data Envelopment Analysis*). A aplicação da técnica foi realizada na Odontoclínica Central do Exército, no exercício de 2005, a fim de apresentar e discutir uma metodologia capaz de prover a avaliação do desempenho das 11 clínicas que integram a organização, identificando as suas unidades eficientes e ineficientes. Foram criados dois modelos distintos, inicialmente contrapondo-se os insumos (materiais diretos e custos indiretos relevantes) com a receita (componente de natureza financeira) e posteriormente os mesmos insumos com o número de pacientes atendidos (componente de natureza não financeira), buscando em ambos a eficiência através da minimização dos insumos, mantendo-se os *outputs*. Concluiu-se que é possível avaliar a eficiência relativa das DMU's 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 de saúde.

Palavras-chave: DEA. Análise da Eficiência. Desempenho Organizacional.

Abstract

This research is characterized as a study of performance evaluation, considering specifically the efficiency analysis, through the adoption of DEA (Data Envelopment Analysis) model. The application of the technique was realized in the Odontoclínica Central do Exército, during the year of 2005, with the aim to show and discuss about a methodology able to provide the performance evaluation of the 11 clinics that integrate the organization, pointing their efficient and inefficient units. Two distinct models were created, firstly opposing the inputs (direct materials and relevant indirect costs) with the income (financial nature data) and later on the same inputs with the patients taken care number (non-financial nature data), searching for, in both cases, the efficiency through the minimization of the inputs, keeping the outputs. It is concluded that is possible to evaluate the relative efficiency of the DMU's in an organization such this, showing this way, how is feasible the usage of the DEA tool to provide

Artigo submetido em 11 de agosto de 2008 e aceito em 12 de novembro de 2008 pelo Editor José Ricardo Maia de Siqueira, após double blind review.

subsidies in the decision-making process, opening a way to another researches in health care organizations.

Key-words: DEA. Efficiency Analysis. Organizational Performance.

1. Introdução

As questões 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 não financeira e a partir daí, definindo o nível de eficiência ou de ineficiência e as razões que conduziram a esses resultados.

Por conta da competição globalizada, muitas empresas já perceberam a necessidade de se obter ganho de produtividade como um diferencial para manter clientes antigos e conquistar novos, buscando custos baixos e preços competitivos. Para isso é de fundamental importância o emprego de ferramentas que tornem possível a mensuração da eficiência de forma confiável e precisa.

A Análise Envoltória de Dados – DEA (*Data Envelopment Analysis*), é um método introduzido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) e Banker, Charnes e Cooper (1984), baseado nos primeiros estudos de Farrel (1957), que busca esse objetivo através da programação linear.

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, bem como determina para cada unidade ineficiente, subgrupos de unidades eficientes, os quais formam seu conjunto de referência.

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

Neste contexto, utilizando essa metodologia, pretende-se 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. Ou seja, desta forma, este artigo procura apresentar, descrever e discutir uma metodologia para a avaliação da eficiência de unidades, além de demonstrar a viabilidade dessa metodologia.

Será analisada a eficiência das clínicas, através do uso da DEA, 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.

2. Desempenho Organizacional e a Análise Envoltória de Dados (DEA)

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

Análise da Eficiência utilizando a Metodologia DEA em Organização Militar de Saúde...

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.

De acordo com Slack *et al.* (2002) toda organização precisa de alguma forma medir seu desempenho, como um pré-requisito para a melhoria contínua. Um sistema de medida de desempenho é um processo onde é possível distinguir entre aspectos internos e externos de cada elemento básico da competitividade e verificar como o desempenho de cada um destes aspectos contribui para o desempenho externo da operação inteira, ou seja, aquele que é percebido pelo consumidor.

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 da organização (SLACK *et al.*, 2002).

O'Mara (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.

Bititci (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. 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.

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.

Para Meyes (1994), Neely *et al.* (1995), Eccles e Pyburn (1992), Neely (1998) 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 (financeiros) 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.

Para se conseguir um desenho ideal é necessário o uso de alguma ferramenta que consiga consolidar os vários vetores de desempenho em uma única medida de eficiência multicriterial capaz de expressar a performance sob a perspectiva de todos os indicadores críticos de desempenho. Esta ferramenta pode ser a Análise Envoltória de Dados (DEA), que expressa o desempenho através da comparação entre os valores dos produtos (saídas ou *outputs*) e recursos consumidos (entradas ou *inputs*) observados de cada unidade com estes mesmos valores nas melhores unidades.

Lins e Meza (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. Seu objetivo primário é comparar um certo número de unidades – DMUs (Decision Making Units) – que realizam tarefas similares e se diferenciam nas quantidades de *inputs* que consomem e de *outputs* que produzem.

Macedo *et al.* (2006) complementam dizendo que o termo DMU será definido como uma organização, departamento, divisão ou unidade administrativa, ou até um item cuja eficiência está sendo avaliada. 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.

Segundo Zhu (2000), a DEA representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência, em comparação com ferramentas convencionais, pois estabelece uma medida de eficiência relativa entre diferentes entidades independentes, contabilizando explicitamente o mix de entradas e saídas. Essa medida, ressaltam Lins e Meza (2000), é de tal ordem 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.

Segundo Macedo (2004) a DEA representa uma alternativa e complemento aos métodos de análise tradicionais, pois ao contrário destas otimiza cada observação individual com a finalidade de determinar uma fronteira linear por partes que compreende o conjunto de unidades eficientes. Além disso, na DEA os quocientes de eficiência são baseados em dados reais e as unidades eficientes não representem apenas desvios em relação ao comportamento médio, mas possíveis *benchmarks* a serem estudados pelas demais unidades.

Segundo Charnes *et al.* (1994) 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 Macedo *et al.* (2006) 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*.

De acordo com Coelli *et al.* (1998), um caminho intuitivo para introduzir DEA é por meio de forma de razão. Para cada DMU, procura-se 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.

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

Neste modelo c é a unidade (DMU) que está sendo avaliada. O problema acima envolve a procura de valores para u e 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_i) 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 *et al.* (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:

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

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 que será utilizado na análise dos dados.

Macedo (2004) diz que quanto maior a relação $\square \text{outputs} / \square \text{inputs}$ 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 complementa o autor, 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

Souza, M. W; Macedo, M. A. S.

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.

3. Desempenho Organizacional na Área de Saúde com o uso de DEA

Numa revisão do uso de DEA na análise de eficiência foram selecionados alguns artigos, tomando por base o setor de saúde e mais especificamente alguns de saúde bucal. Foram avaliadas unidades da rede pública e privada, no Estado do Rio de Janeiro e em âmbito nacional, além de uma pesquisa avaliando organizações nos Estados Unidos.

Marinho (2001), em seu estudo, desenvolveu uma análise em quatro hospitais públicos e dois privados, com auxílio de indicadores de performance e com a utilização de fronteiras de eficiência (DEA). Foram avaliados as produções e consumos individuais efetivos dos hospitais, comparando os valores obtidos com valores eficientes. A partir de dados sobre o número de leitos, número de funcionários, número de médicos, número de pacientes internados, número de pacientes ambulatoriais e número de pacientes atendidos foi evidenciado que a análise da eficiência operacional de hospitais públicos e privados, realizada com a utilização de indicadores de desempenho monocritérios, tais como a relação funcionários/leitos e pacientes atendidos/leitos, pode ser aprofundada e estendida com a aplicação concomitante da DEA. Também foi possível estabelecer um ranking 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.

O mesmo autor realizou dois outros estudos. No primeiro, Marinho (2002) se concentrou no desempenho de 45 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, extraídos de modelos de programação matemática com base em DEA, e de utilização da capacidade de atendimento dos HUs, obtidos através do prazo médio de internação e das taxas de ocupação e de rotatividade e o prazo médio de internação. A referida conexão foi realizada empregando-se o recurso de regressão de painel 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. 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.

Já no segundo, Marinho (2003) analisou a eficiência na prestação de serviços de saúde em 74 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. Foram definidas como variáveis de *input* o total de leitos contratados em hospitais *per capita*, o total de hospitais credenciados *per capita*, o total da capacidade ambulatorial *per capita*, o valor médio da internação e o valor médio dos procedimentos ambulatoriais; e como variáveis de *output* o total de internações em hospitais credenciados *per capita*, o total de procedimentos ambulatoriais *per capita* e a taxa de mortalidade. Além disso, foram estabelecidos dados

econômicos e populacionais (população e PIB dos municípios) além de um indicador de utilização (prazo médio de permanência).

Os resultados mostraram que os níveis gerais de eficiência 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 óbitos evitáveis.

O estudo feito pelo IPP – Instituto Pereira Passos em 2002 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*). Já 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.

No artigo de Sarkis e Talluri (2002) a DEA foi utilizada para a avaliação da performance de 15 hospitais americanos, no período de 1991 a 1993, empregando múltiplos *inputs* (dados relativos às diárias, médicos e saúde pessoal) e *outputs* (pacientes-dia e número de operações simples e graves). A metodologia utilizada envolveu duas importantes fases: inicialmente encontrar os *scores* anuais de eficiência dos hospitais e subsequente as mudanças necessárias que precisavam ser feitas para *inputs* e *outputs* de unidades ineficientes a fim de torná-las eficientes. Já no estudo de Bueno (2003) foram selecionados três hospitais gerais de propriedade do Estado de São Paulo com modelos de gestão distintos. Foram considerados na aplicação da DEA, os atendimentos totais, os recursos financeiros despendidos, a quantidade de exames de diagnósticos e o número total de funcionários por leito. Os resultados obtidos atribuíram um desempenho 47% superior a um determinado modelo de gestão.

O trabalho de Proite e Souza (2004) computou fronteiras não paramétricas de eficiência técnica em 1170 hospitais brasileiros da rede SUS, no ano de 2002, a partir da análise de 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).

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.

Gonçalves (2001) realizou um estudo com o objetivo de 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.

Segundo o autor, a pesquisa introduziu um novo conceito de desempenho, com bases multicriteriais, integrando, através da DEA, dois indicadores utilizados separadamente pelo Ministério da Saúde e a Secretaria Municipal de Saúde: cobertura e produtividade. 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.

Por fim, no trabalho de Sant'ana *et al.* (2001) foram considerados dados anuais (1996 a 2000) dos setores odontológicos de nove unidades médicas da Diretoria de Saúde da Marinha do Brasil (DSMB). Utilizando o método de Malmquist-DEA os autores evidenciaram o crescimento da produtividade, simultaneamente à identificação das unidades que determinavam padrões de referência para aquele crescimento. Uma observação interessante dos autores é que a inclusão de outras variáveis, naquele instante não disponíveis, tornaria o modelo mais realista.

É neste contexto que se insere o presente trabalho, onde se aplica a metodologia DEA no sentido de analisar a eficiência relativa em unidades que integram um Centro Odontoclínico do Exército Brasileiro. Nas duas pesquisas apresentadas, que abordaram unidades com atuação no campo odontológico, ficou evidenciada a preocupação com o crescimento da produtividade. 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.

4. 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. 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.

Análise da Eficiência utilizando a Metodologia DEA em Organização Militar de Saúde...

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.

O modelo DEA-CRS, com orientação *input*, será empregado para avaliação do desempenho das 11 DMU's (clínicas) da OCEx, descritas a seguir:

- Semiologia e adequação;
- Odontologia social;
- Dentista restauradora;
- Endodontia;
- Integrada;
- Implantodontia.
- Prótese;
- Odontoterapia;
- Ortodontia;
- Cirurgia;
- Periodontia;

Este conjunto de DMU's possui a mesma utilização de insumos e produtos, variando apenas em intensidade, caracteriza-se também por ser homogêneo e trabalhando nas mesmas condições de mercado, 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) e total de gastos indiretos no período. Foram selecionadas como produtos (*outputs*), as variáveis representadas por serviços faturados (expressos em moeda) e quantidade de pacientes efetivamente tratados (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), proposto por Meza *et al.* (2003), que tem a finalidade rodar a modelagem DEA.

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

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.

5. Apresentação e Análise dos Resultados

Neste trabalho foram considerados, para o ano de 2005, 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 entendidos como dados relativos às saídas ou produtos (*outputs*), conforme apresentado no quadro 01.

As 11 DMU's integrantes da OCEx, que é administrada por uma Unidade Gestora que por sua vez, se subordina aos pressupostos legais da administração pública federal, têm toda a demanda de bens e serviços 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.

DMU's - Clínicas	Custos Diretos (CD) em R\$	Custos Indiretos (CI) Relevantes em R\$	Receita de Serviço Faturada em R\$	Número de pacientes
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

Quadro 01 – Dados dos Insumos e Produtos da OCEx referentes ao exercício de 2005

Como dito anteriormente, 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). Em seguida, contrapondo-se os mesmos *inputs* com a receita faturada (*output* 01). O propósito é encontrar o índice de eficiência de cada unidade e complementarmente fazer uma análise das melhorias necessárias. Ou seja, verificar qual a magnitude de melhoria de performance para que as clínicas buscassem em cada indicador o índice de 100. Esse instrumento pode ser tomado por base para traçar políticas de melhoria que conduzirão a OCEx a um melhor desempenho.

Inicialmente foram relacionados os custos diretos e indiretos (*inputs*) com os valores de receita faturada (*output*). O quadro 02 mostra os principais resultados deste primeiro modelo.

Dessa forma se conclui que as DMU's 1 e 3 foram consideradas eficientes, conforme pesos atribuídos através do sistema, 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 (93,98%), enquanto que as DMU 2, 5, e 6, foram as que mais se afastaram do referido índice.

De acordo com os dados do quadro 02, 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.

DMU	EFF	Atual		Ideal		Redução Necessária	
		Input_1	Input_2	Input_1	Input_2	Input_1	Input_2
1	100	156.550,73	10.094,22	156.550,73	10.094,22	-	-
2	69,37	136.810,87	7.940,10	94.913,60	5.508,51	30,62%	30,62%
3	100	207.561,64	6.996,81	207.561,64	6.996,81	-	-
4	88,45	171.795,37	7.020,10	151.964,18	6.209,74	11,54%	11,54%
5	64,18	122.543,45	8.123,00	78.651,69	5.071,37	35,81%	37,56%
6	64,18	173.554,36	12.322,50	111.391,86	7.182,43	35,81%	41,71%
7	93,98	251.145,67	8.594,20	248.603,13	8.507,19	1,01%	1,01%
8	75,22	168.668,26	8.098,95	126.881,82	6.092,49	24,77%	24,77%
9	70,50	162.023,16	9.196,75	114.234,35	6.484,16	29,49%	29,49%
10	77,40	159.873,27	8.585,90	123.749,19	6.645,88	22,59%	22,59%
11	73,02	243.914,27	7.209,70	156.192,03	5.265,16	35,96%	26,97%

Quadro 02 – Resultado da Análise de Desempenho das DMU's no Modelo com *Output* 01

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 Análise da Eficiência utilizando a Metodologia DEA em Organização Militar de Saúde...

em que ela opera (atual), que também é apresentada no quadro 02, no tocante aos custos diretos (*input1*) e custos indiretos (*input2*).

O que foi dito até aqui pode ser representado na forma gráfica (figura 01). Nesta tem-se a fronteira DEA-eficiente, construída utilizando os custos diretos divididos pela receita no eixo X e os custos indiretos divididos pela receita no eixo Y. A fronteira é formada então pelas unidades mais próximas dos eixos X e Y. Pode-se observar que apenas as unidades 01 e 03 fazem parte da fronteira. As outras unidades podem ser projetadas na fronteira por uma linha que liga a localização destas a origem do gráfico. Esta posição projetada na fronteira seria o alvo, que tornaria a DMU ineficiente em eficiente.

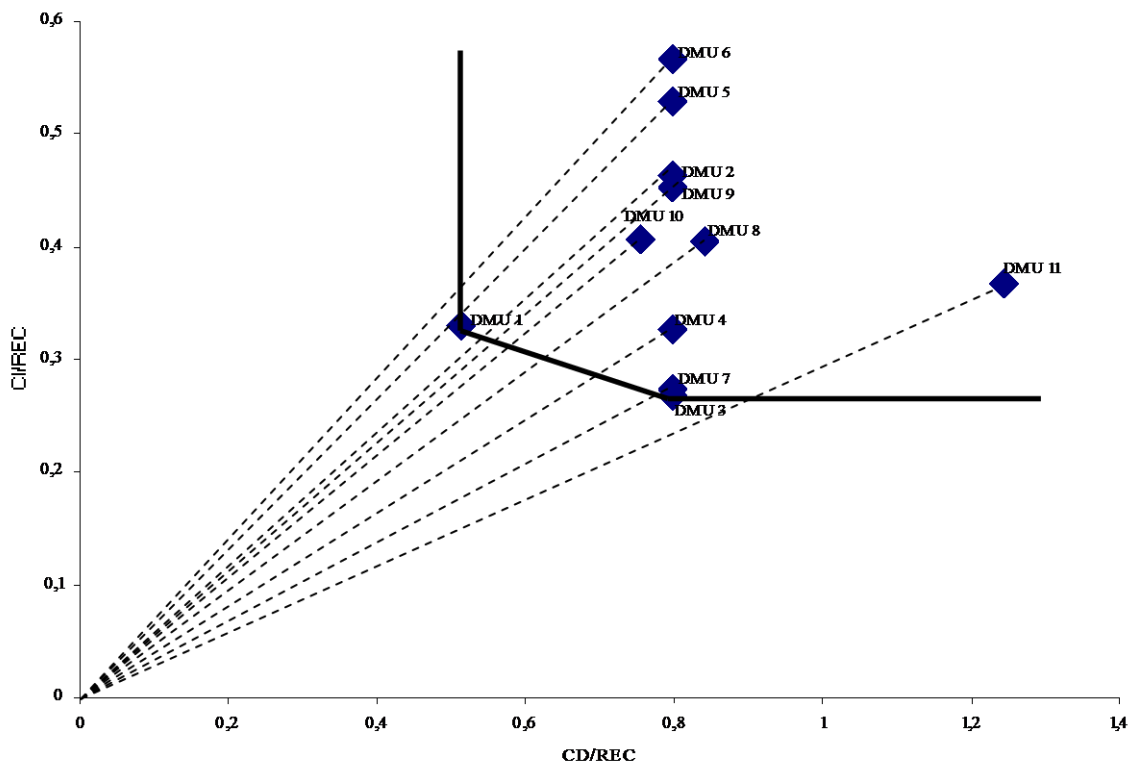


Figura 01 – Fronteira Eficiente no Modelo com *Output 01*

No segundo cenário criado, serão analisados os resultados do modelo onde são considerados os índices de performance quando se contrapõem custos (valores de natureza financeira) e número de pacientes (valores de natureza não financeira). O quadro 03 sumariza as principais informações do DEA.

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 máxima, e as DMUs 2 (Odontologia social) e 6 (Implantodontia), apresentaram os índices mais distantes relativos ao padrão considerado como eficiente.

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 máxima, e as

DMUs 2 (Odontologia social) e 6 (Implantodontia), apresentaram os índices mais distantes relativos ao padrão considerado como eficiente.

DMU	EFF	Atual		Ideal		Redução Necessária	
		Input_1	Input_2	Input_1	Input_2	Input_1	Input_2
1	96,92	156.550,73	10.094,22	151.729,39	9.783,35	3,07%	3,07%
2	58,53	136.810,87	7.940,10	80.083,93	4.647,84	41,46%	41,46%
3	84,59	207.561,64	6.996,81	103.986,62	5.902,48	49,90%	15,64%
4	73,48	171.795,37	7.020,10	90.877,25	5.158,37	47,10%	26,51%
5	100	122.543,45	8.123,00	122.543,45	8.123,00	-	-
6	57,48	173.554,36	12.322,50	99.770,31	6.613,44	42,51%	46,33%
7	76,14	251.145,67	8.594,20	115.292,44	6.544,22	54,09%	23,85%
8	79,97	168.668,26	8.098,95	114.108,02	6.476,99	32,35%	20,03%
9	100	162.023,16	9.196,75	162.023,16	9.196,75	-	-
10	70,20	159.873,27	8.585,90	106.193,95	6.027,78	33,57%	29,79%
11	84,51	243.914,27	7.209,70	107.351,45	6.093,48	55,98%	15,48%

Quadro 03 – Resultado da Análise de Desempenho das DMU's no Modelo com *Output* 02

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 03 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.

Um gráfico idêntico ao mostrado para o modelo anterior pode ser visto para a modelagem que considera o *output* 02 (número de pacientes). Nesta também percebe-se a fronteira com suas DMU's eficientes (05 e 09) e as necessidades de melhoria das DMU's ineficientes, através da distância entre o ponto atual e alvo projetado na fronteira DEA.

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, valores esses que afetam diretamente a margem de contribuição total.

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, adicional de margem de contribuição total, no período considerado. Já 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, adicional de margem de contribuição total, no período considerado.

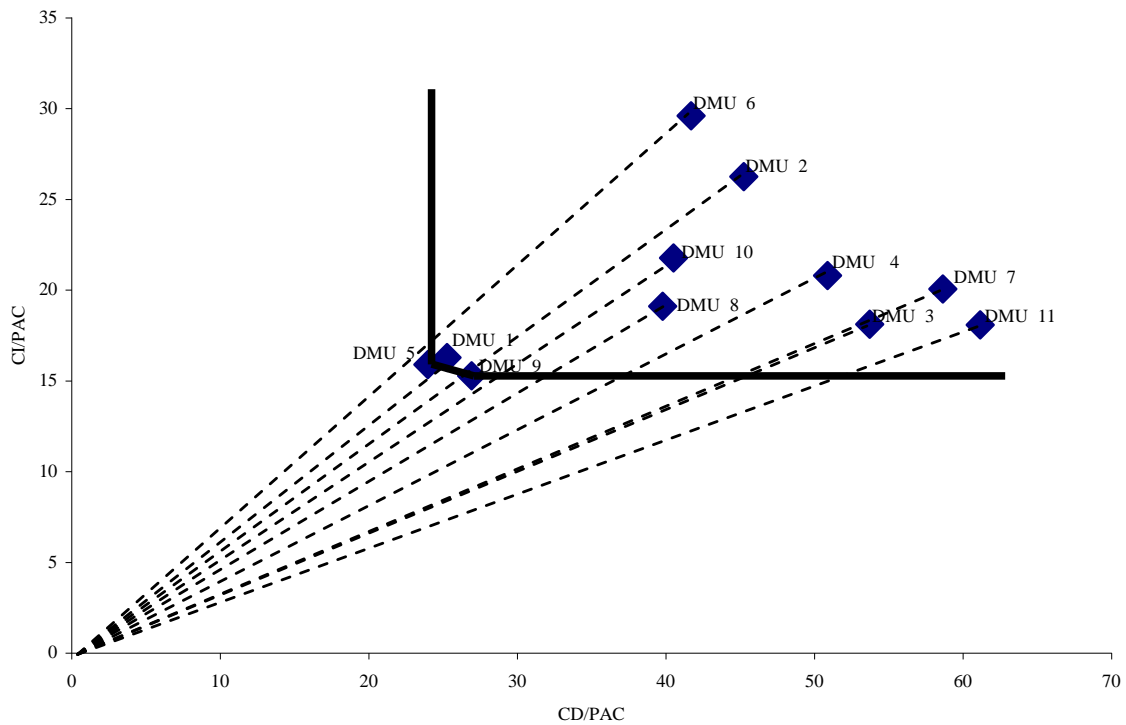


Figura 02 – Fronteira Eficiente no Modelo com *Output 02*

Cabe ressaltar que a DMU 1 se manteve com alto índice de eficiência nos dois modelos, sendo assim a melhor clínica. É pertinente observar que as DMU 2 e 6 que se revelaram como de maiores índices de ineficiência sob a ótica de ambos os produtos, totalizam o valor de R\$ 310.365,23 em custos diretos consumidos, representando 15,88% de todo o gasto no período. Com as melhorias apontadas nestas duas unidades poder-se-ia reduzir drasticamente o consumo de recursos.

6. Conclusões e Considerações Finais

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.

No presente estudo foi evidenciado 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, revelando, assim, aspectos determinantes para o posicionamento da administração da OCEX.

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. 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 receitas, a modelagem apresentou duas clínicas com máxima eficiência. Da mesma forma, na segunda combinação, gastos e pacientes, revelou através da modelagem, somente duas clínicas eficientes. Sob essa ótica algumas reflexões podem servir de ponto de partida no processo de tomada de decisão, principalmente 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 aplicados.

Em termos de futuras pesquisas, este trabalho poderá constituir base de novas incursões no âmbito do Exército, tanto no campo operacional e quanto nas esferas administrativas, gerando informações gerenciais apoiadas em unidades consideradas como *benchmarks*, na busca da otimização de resultados.

Referências

ATKINSON, A. A. *et al.* **Contabilidade Gerencial**. São Paulo: Atlas; 2000.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**. 30(9); 1078-1092, 1984.

BITITCI, U. S. Integrated Performance Measurement Systems. **International Journal of Operations & Production Management**. 17(5); 522-534, 1997.

BITITCI, U. S. Measuring the Integrity of your Business. **Management Decision**. 33(7); 10-18, 1995.

BUENO, R. Eficiência Técnica e Gestão de Hospitais Públicos do Estado de São Paulo. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF IBEROAMERICAN ACADEMY OF MANAGEMENT, 3, 2003, São Paulo. **Anais do Third International Conference of IAM**. São Paulo: IAM-EAESP/FGVSP; 2003. 1 CD.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. **European Journal of Operational Research**. 2(6); 429-444, 1978.

CHARNES, A. *et al.* **Data Envelopment Analysis**. 2. ed. Boston: KAP; 1994.

COELLI, T. *et al.* **An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis**. Boston: KAP; 1998.

ECCLES, R.; PYBURN, P.J. Creating a Comprehensive System to Measure Performance. **Management Accounting**. 74(4); 41-44, 1992.

FARREL, M. J. The Measurement of Productive Efficiency. **Journal of the Royal Statistic Society**. series A(3); 253-290, 1957.

GONÇALVES, A. C. **Um Estudo de Eficiência e Cobertura das Ações Básicas do Programa de Saúde Bucal da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro.** [Dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2001.

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.

LINS, M. P. E. *et al.* **Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente de Apoio à Decisão.** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ; 2000.

MACEDO, M. A. S. A Utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) na Consolidação de Medidas de Desempenho Organizacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11, 2004, Porto Seguro. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Custos.** Porto Seguro: ABC; 2004. 1 CD.

MACEDO, M. A. S.; SILVA, F. F.; SANTOS, R. M. Análise do Mercado de Seguros no Brasil: uma visão do desempenho organizacional das seguradoras no ano de 2003. **Revista Contabilidade & Finanças.** 2006; Edição Especial – Atuária.

MACHADO, M. R.; MACHADO, M. A. V.; CELESTINO, M.; PAULO, E.; LOPES, J. E. G. Avaliação de Resultado e Desempenho: um estudo comparativo entre Balanced Scorecard e GECON. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS, 8, 2003, Punta del Leste, Uruguai. **Anais do VIII Congresso del IIC.** Punta del Leste: IIC; 2003. 1 CD.

MARINHO, A. Hospitais Universitários: indicadores de utilização e análise de eficiência. **Revista de Economia Aplicada.** 6(3); 607-638, 2002.

MARINHO, A. **Estudo da Eficiência em alguns Hospitais Públicos e Privados com a Geração de Rankings.** Textos para Discussão - IPEA. n. 794, 17 p., 2001.

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

MARTINS, R. A. **Sistemas de medição de desempenho: um modelo para estruturação do uso.** [Tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 1999.

MEYES, C. How the Right Measures Help Teams Excel. **Harvard Business Review.** 72(3); 55-63, 1994.

MEZA, L. A.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; COELHO, P. H. G. SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão: uma implementação computacional de modelos de análise de envoltória de dados. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL DA MARINHA, 6, 2003, Rio de Janeiro. **Anais do VI SPOLM.** Rio de Janeiro: CASNAV; 2003. 1 CD.

NEELY, A. *et al.* **The performance prism: the scorecard for measuring and managing business success.** London: Prentice Hall Financial times; 2002.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance Measurement System Design. **International Journal of Operations & Production Management**. 15(4); 80-116, 1995.

NEELY, A. **Measuring business performance**. London: The Economist Books; 1998.

O'MARA, C. E. Performance Measurement and Strategic Change. **Managing Service Quality**. 8(3); 179-182, 1998.

PROITE, A.; SOUSA, M. Eficiência Técnica, Economias de Escala, Estrutura da Propriedade e Tipo de Gestão no Sistema Hospitalar Brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 32, 2004, João Pessoa. **Anais do XXXII EnANPEC**. João Pessoa: ANPEC; 2004. 1 CD.

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, 15, 2001, Águas de Lindóia, Minas Gerais. **Anais do XV Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística**. Águas de Lindóia: SBPE; 2001. 1 CD.

SARKIS, J.; TALLURI, S. Efficiency Measurement of Hospitals: issues and extensions. **International Journal of Operation & Production Management**. 22(3); 306-313, 2002.

SLACK, N. *et al.* **Administração de Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas; 2002.

VERGARA, S. C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas; 2004.

ZHU, J. Multi-factor Performance Measure Model with Application to Fortune 500 Companies. **European Journal of Operational Research**. 123(1); 105-124, 2000.